

Rec'd PCT/PTO OCT 2004 10/50987 PCT/JP03/04235

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

02.04.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年 4月 2日

出願番号

Application Number:

特願2002-099855

[ST.10/C]:

[JP2002-099855]

出願人

Applicant(s):

旭化成株式会社

REC'D 05 JUN 2003

WIPO PCT

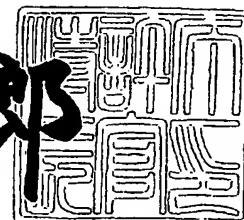
PRIORITY  
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 5月 13日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

大田信一郎



出証番号 出証特2003-3035762

【書類名】 特許願  
【整理番号】 B02022  
【提出日】 平成14年 4月 2日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 G01C 21/00  
【発明者】  
【住所又は居所】 神奈川県厚木市岡田3050番地 旭化成株式会社内  
【氏名】 斎田 浩一  
【発明者】  
【住所又は居所】 神奈川県厚木市岡田3050番地 旭化成株式会社内  
【氏名】 山下 昌哉  
【発明者】  
【住所又は居所】 静岡県富士市鮫島2番地の1 旭化成株式会社内  
【氏名】 福本 博文  
【特許出願人】  
【識別番号】 000000033  
【氏名又は名称】 旭化成株式会社  
【代表者】 山本 一元  
【代理人】  
【識別番号】 100066980  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 森 哲也  
【選任した代理人】  
【識別番号】 100075579  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 内藤 嘉昭  
【選任した代理人】  
【識別番号】 100103850  
【弁理士】

【氏名又は名称】 崔 秀▲てつ▼

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2001-350539

【出願日】 平成13年11月15日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001638

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9902179

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 傾斜角センサおよびその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 表面にピエゾ抵抗が形成され、撓み可能な厚みまで裏面全体が均一に研削された基板と、

前記基板の少なくとも一端で前記基板を支持する支持部材とを備えることを特徴とする傾斜角センサ。

【請求項2】 前記ピエゾ抵抗形成面の変位可能領域に配置された錘部材をさらに備えることを特徴とする請求項1記載の傾斜角センサ。

【請求項3】 前記ピエゾ抵抗は、前記基板の表面に2次元的に配置されることを特徴とする請求項1または2記載の傾斜角センサ。

【請求項4】 前記ピエゾ抵抗は、前記基板の撓み量を検出するよう前記基板の表面に配置されたピエゾ抵抗と、前記基板の捻れ量を検出するよう前記基板の表面に配置されたピエゾ抵抗とを備えることを特徴とする請求項3記載の傾斜角センサ。

【請求項5】 変位可能な自由表面を有する6面体短冊形弾性体と、

前記6面体短冊形弾性体の同一面上の長手方向に少なくとも2個所以上設けられ、少なくとも1つは前記自由表面上に配置されたピエゾ抵抗と、

前記6面体短冊形弾性体の長手方向の両端を支持する支持部材と、

前記6面体短冊形弾性体の変位可能領域の長手方向のほぼ中央に設けられた錘部材とを備えることを特徴とする傾斜角センサ。

【請求項6】 変位可能な自由表面を有する6面体短冊形弾性体と、

前記6面体短冊形弾性体の同一面上の長手方向に少なくとも2個所以上設けられ、少なくとも1つは前記自由表面上に配置されたピエゾ抵抗と、

前記6面体短冊形弾性体の長手方向の一端を支持する支持部材と、

前記6面体短冊形弾性体の長手方向の他端に設けられた錘部材とを備えることを特徴とする傾斜角センサ。

【請求項7】 前記支持部材および前記錘部材の少なくとも一方は、前記6面体短冊形弾性体と長さおよび幅の少なくとも一方が同一であることを特徴とす

る請求項5または6記載の傾斜角センサ。

【請求項8】 前記6面体短冊形弾性体はシリコン基板であり、前記ピエゾ抵抗は前記シリコン基板に形成された不純物拡散層であることを特徴とする請求項5～7のいずれか1項記載の傾斜角センサ。

【請求項9】 前記6面体短冊形弾性体はシリコン基板であり、前記支持部材は、

凹部が形成され、前記シリコン基板と陽極接合可能な材料で構成されたガラス基板と、

前記凹部に埋め込まれ、前記シリコン基板との陽極接合を妨げる埋め込み部材とを備えることを特徴とする請求項8記載の傾斜角センサ。

【請求項10】 前記6面体短冊形弾性体の同一平面上に、前記6面体短冊形弾性体の撓み量を検出するよう配置されたピエゾ抵抗と、前記6面体短冊形弾性体の捻れ量を検出するよう配置されたピエゾ抵抗とを備えることを特徴とする請求項5～9のいずれか1項記載の傾斜角センサ。

【請求項11】 ウエハ表面上に2個所以上のピエゾ抵抗を形成する工程と

前記ウエハの裏面全体を均一に研削する工程と、

凹部の形成された支持基板を、前記ピエゾ抵抗の形成領域が凹部エッジ近傍で凹部内側になるように、前記ウエハの裏面に貼り合わせる工程と、

前記ピエゾ抵抗形成面が前記凹部の両側で支えられるように、前記ウエハおよび前記支持基板を一括してチップ状に切断する工程とを備えることを特徴とする傾斜角センサの製造方法。

【請求項12】 凸部の形成された錐基板を、前記凸部が前記ピエゾ抵抗形成面の変位可能領域のほぼ中央に配置されるように、前記ウエハの表面に貼り合わせる工程をさらに備え、

前記錐基板、前記ウエハおよび前記支持基板は、チップ状に一括して切断されることを特徴とする請求項11記載の傾斜角センサの製造方法。

【請求項13】 ウエハ表面上に2個所以上のピエゾ抵抗を形成する工程と

前記ウエハの裏面全体を均一に研削する工程と、  
凹部の形成された支持基板を、前記ピエゾ抵抗の形成領域が凹部エッジ近傍で  
凹部内側になるように、前記ウエハの裏面に貼り合わせる工程と、  
前記ピエゾ抵抗形成面の変位可能領域のほぼ中央に台座を配置する工程と、  
前記ピエゾ抵抗形成面の変位可能領域が前記凹部の両側で支えられるように、  
前記台座が配置されたウエハおよび前記支持基板を一括してチップ状に切断する  
工程と、  
前記台座上に錐部材を配置する工程とを備えることを特徴とする傾斜角センサ  
の製造方法。

【請求項14】 ウエハ表面上に2個所以上のピエゾ抵抗を形成する工程と

前記ウエハの裏面全体を均一に研削する工程と、  
凹部の形成された支持基板を、前記凹部の一方の位置が前記ピエゾ抵抗形成領域  
のエッジ近傍で前記凹部の内側であり、前記凹部の他方が前記ウエハのスクライ  
イブラインにかかるように、前記ウエハの裏面に貼り合わせる工程と、  
前記ピエゾ抵抗形成面の変位可能領域に台座を配置する工程と、  
前記ピエゾ抵抗形成面が前記凹部の片側で支えられるように、前記台座が配置  
されたウエハおよび前記支持基板を一括してチップ状に切断する工程と、  
前記台座上に錐部材を配置する工程とを備えることを特徴とする傾斜角センサ  
の製造方法。

【請求項15】 ウエハ表面上に2個所以上のピエゾ抵抗を形成する工程と

前記ウエハの裏面全体を均一に研削する工程と、  
凹部の形成された支持基板を、前記ピエゾ抵抗の形成領域が凹部エッジ近傍で  
凹部内側になるように、前記ウエハの裏面に貼り合わせる工程と、  
凸凹の形成された錐基板を、凸部が2チップ間隔でスクライブラインに跨るよ  
うに、前記ウエハの表面に貼り合わせる工程と、  
前記錐基板の凹部の一部を前記スクライブラインと平行に切り落とす工程と、  
前記ピエゾ抵抗形成面の一端が前記支持基板の凹部の片側で支えられるととも

に、前記錘基板の凸部が前記ピエゾ抵抗形成面に配置されるように、前記錘基板、前記ウエハおよび前記支持基板を一括してチップ状に切断する工程とを備えることを特徴とする傾斜角センサの製造方法。

【請求項16】 前記研削は、研磨またはエッティング、あるいはそれらの組み合わせであることを特徴とする請求項11～15のいずれか1項記載の傾斜角センサの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は傾斜角センサおよびその製造方法に関し、特に、半導体2軸加速度傾斜センサに適用して好適なものである。

【0002】

【従来の技術】

従来の傾斜角センサとしては、傾斜時の応力に起因するピエゾ抵抗の抵抗変化に基づいて、傾斜角を測定する方法があった。

図27(a)は、従来の傾斜角センサの概略構成を示す斜視図、図27(b)は、従来の傾斜角センサの概略構成を示す断面図、図27(c)は、従来の傾斜角センサのピエゾ抵抗の部分を拡大して示す断面図である。

【0003】

図27において、シリコン基板201上には、ピエゾ抵抗Rが形成され、ピエゾ抵抗Rの配置領域には、ピエゾ抵抗Rが応力を受け易くするために、シリコン基板201を裏面からエッティングして形成された変位部201cが設けられている。

また、シリコン基板201の周囲には、変位部201cを支持するための支持部201aが形成されるとともに、シリコン基板201の中央には、変位部201cを変形させるための錘部201bが形成されている。

【0004】

ここで、支持部201a、錘部201bおよび変位部201cは、 $500\mu\text{m}$ 程度の厚みのシリコン基板201を、裏面から選択的にエッティングすることによ

り形成され、支持部201aと錘部201bとの間が変位部201cで架橋されるように構成される。

そして、シリコン基板201が傾くと、図27(c)に示すように、変位部201cが変形し、ピエゾ抵抗Rに応力が加わって、ピエゾ抵抗Rの抵抗値が変化する。

#### 【0005】

このため、ピエゾ抵抗Rの抵抗値の変化を検出することにより、傾斜角センサの傾きを求めることができる。

図28(a)は、従来の傾斜角センサのX、Y方向への加速時における各ピエゾ抵抗の増減を示す図、図28(b)は、従来の傾斜角センサのZ方向への加速時における各ピエゾ抵抗の増減を示す図である。

#### 【0006】

図28(a)において、傾斜角センサがX、Y方向へ加速されると、X、Y方向への力FX、FYが錘部201bにかかり、錘部201bがX、Y方向に移動しようとする。このため、変位部201cが変形し、ピエゾ抵抗R1、R3には引張応力、ピエゾ抵抗R2、R4には圧縮応力が加わり、これらの応力に従って、ピエゾ抵抗R1～R4の抵抗値が増減する。

#### 【0007】

一方、図28(b)において、傾斜角センサがZ方向へ加速されると、Z方向への力FZが錘部201bにかかり、錘部201bがZ方向に移動しようとする。このため、変位部201cが変形し、ピエゾ抵抗R2、R3には引張応力、ピエゾ抵抗R1、R4には圧縮応力が加わり、これらの応力に従って、ピエゾ抵抗R1～R4の抵抗値が増減する。

#### 【0008】

従って、これらのピエゾ抵抗R1～R4からなるホイートストンブリッジ回路を形成することにより、傾斜角センサの傾きを求めることができる。

また、従来の傾斜角センサとしては、四隅をシリコンのばねで吊るした可動部分を持ち、固定部分との間にコンデンサを形成して、可動部分の移動による容量変化を測定する方法もある。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来の傾斜角センサは、変位部201cを形成するために、500μm程度の厚みのシリコン基板を数十μm程度にまで選択的にエッチングする必要があり、製造工程が複雑化して、コストアップになるという問題があった。

【0010】

また、シリコンのばねを用いる方法では、ばねおよびコンデンサを1～2μm程度の微細加工で形成する必要があり、コストアップになるという問題があった。

また、従来の傾斜角センサでは、シリコン基板を選択的にエッチングして、支持部201a、鍤部201bおよび変位部201cが形成されるため、傾斜角センサの構成が複雑化し、傾斜角センサが衝撃に弱くなるという問題もあった。

【0011】

そこで、本発明の目的は、ピエゾ抵抗が形成された基板を選択的にエッチングすることなく、ピエゾ抵抗効果を利用して傾斜角を測定することが可能な傾斜角センサおよびその製造方法を提供することである。

【0012】

【課題を解決するための手段】

上述した課題を解決するために、請求項1記載の傾斜角センサによれば、表面にピエゾ抵抗が形成され、撓み可能な厚みまで裏面全体が均一に研削された基板と、前記基板の少なくとも一端で前記基板を支持する支持部材とを備えることを特徴とする。

【0013】

これにより、ピエゾ抵抗が形成された基板の裏面全体を単に研削するだけで、変位部を形成することが可能となり、変位部を形成するために、フォトリソグラフィー技術を用いた選択的なエッチングを行なう必要がなくなる。

このため、傾斜角センサの構成および製造工程を簡易化して、傾斜角センサのコストを下げることが可能となるとともに、衝撃に対する耐性も向上させること

が可能となる。

【0014】

また、請求項2記載の傾斜角センサによれば、前記ピエゾ抵抗形成面の変位可能な領域に配置された錐部材をさらに備えることを特徴とする。

これにより、ピエゾ抵抗が形成された基板を選択的にエッチングすることなく、ピエゾ抵抗が形成された基板上に錐部材を設けることができ、傾斜角センサの製造工程の複雑化を抑制しつつ、傾斜角センサの検出感度を向上させることができる。

【0015】

また、請求項3記載の傾斜角センサによれば、前記ピエゾ抵抗は、前記基板の表面に2次元的に配置されていることを特徴とする。

これにより、厚みが均一な基板を用いた場合においても、異なる方向の傾斜角を1つの傾斜角センサで検出することや、ブリッジ回路を構成して検出精度を向上させることが可能となる。

【0016】

また、請求項4記載の傾斜角センサによれば、前記ピエゾ抵抗は、前記基板の撓み量を検出するよう前記基板の表面に配置されたピエゾ抵抗と、前記基板の捻れ量を検出するよう前記基板の表面に配置されたピエゾ抵抗とを備えることを特徴とする。

これにより、厚みが均一化された基板を用いた場合においても、同一面上にピエゾ抵抗を配置することで、2軸方向の傾斜角を検出することが可能となり、2軸傾斜角センサの構成および製造工程を簡易化して、2軸傾斜角センサのコストダウンを図ることが可能となる。

【0017】

また、請求項5記載の傾斜角センサによれば、変位可能な自由表面を有する6面体短冊形弾性体と、前記6面体短冊形弾性体の同一面上の長手方向に少なくとも2個以上設けられ、少なくとも1つは前記自由表面上に配置されたピエゾ抵抗と、前記6面体短冊形弾性体の長手方向の両端を支持する支持部材と、前記6面体短冊形弾性体の変位可能な領域の長手方向のほぼ中央に設けられた錐部材とを

備えることを特徴とする。

【0018】

これにより、6面体短冊形弾性体に支持部材および錐部材を後付けすることで、傾斜角センサを製造することができ、ピエゾ抵抗が形成された基板を選択的にエッチングする必要がなくなることから、傾斜角センサの構成および製造工程を簡易化して、傾斜角センサのコストを下げることが可能となるとともに、衝撃に対する耐性も向上させることができとなる。

【0019】

また、請求項6記載の傾斜角センサによれば、変位可能な自由表面を有する6面体短冊形弾性体と、前記6面体短冊形弾性体の同一面上の長手方向に少なくとも2個所以上設けられ、少なくとも1つは前記自由表面上に配置されたピエゾ抵抗と、前記6面体短冊形弾性体の長手方向の一端を支持する支持部材と、前記6面体短冊形弾性体の長手方向の他端に設けられた錐部材とを備えることを特徴とする。

【0020】

これにより、6面体短冊形弾性体に支持部材および錐部材を後付けすることで、傾斜角センサを製造することができるとともに、支持部材と錐部材との距離を大きくして、検出感度を上げることが可能となり、傾斜角センサの構成および製造工程を簡易化して、傾斜角センサのコストを下げることが可能となるとともに、傾斜角センサの特性を向上させて、傾斜角センサの小型化を図ることが可能となる。

【0021】

また、請求項7記載の傾斜角センサによれば、前記支持部材および前記錐部材の少なくとも一方は、前記6面体短冊形弾性体と長さおよび幅の少なくとも一方が同一であることを特徴とする。

これにより、支持部材または前記錐部材と、6面体短冊形弾性体とを一括して切断することが可能となり、支持部材または前記錐部材と、6面体短冊形弾性体とをウエハ状態のまま貼り合わせ、これらの部材を一体的にペレット化することが可能となることから、傾斜角センサの生産性を向上させて、傾斜角センサのコ

ストを下げることが可能となる。

#### 【0022】

また、請求項8記載の傾斜角センサによれば、前記6面体短冊形弾性体はシリコン基板であり、前記ピエゾ抵抗は前記シリコン基板に形成された不純物拡散層であることを特徴とする。

これにより、イオン注入を選択的に行なうだけで、複数のピエゾ抵抗を一括してシリコン基板に形成することができ、傾斜角センサの製造工程を簡易化して、傾斜角センサのコストを下げることが可能となる。

#### 【0023】

また、請求項9記載の傾斜角センサによれば、前記6面体短冊形弾性体はシリコン基板であり、前記支持部材は、凹部が形成され、前記シリコン基板と陽極接合可能な材料で構成されたガラス基板と、前記凹部に埋め込まれ、前記シリコン基板との陽極接合を妨げる埋め込み部材とを備えることを特徴とする。

これにより、シリコン基板との間に電圧をかけるだけで、シリコン基板と支持部材とを強固に接合することができ、過酷な環境で使用した場合においても、支持部材がシリコン基板から脱落することを防止することができるとともに、接着剤を用いることなく、支持部材とシリコン基板とを接合することができるところから、接合時に接着剤がはみ出すことを防止して、高精度の傾斜角センサを容易に製造することができる。

#### 【0024】

また、支持部材の表面を平坦化することができ、シリコン基板の裏面に空洞が形成されることを防止することができるから、シリコン基板上に加重がかかったり、シリコン基板に衝撃が加わったりした場合においても、シリコン基板の裏面全体を支持部材で支えることができる。

このため、シリコン基板上に錐を設ける際のシリコン基板の割れを防止して、傾斜角センサの製造コストを低下させることができるとともに、傾斜角センサの耐衝撃性を向上させて、傾斜角センサの使い勝手を向上させることができる。

#### 【0025】

また、6面体短冊形弾性体と支持部材とを接合する場合においても、シリコン基板との間に電圧をかけるだけで、シリコン基板と支持部材とを部分的に接合することができ、シリコン基板と支持部材とが埋め込み部材の位置で離れることを可能とすることができます。

このため、支持部材の表面を平坦化した場合においても、傾斜角センサの傾きに応じて、シリコン基板に応力を発生させることができ、傾斜角センサとして機能させることができます。

#### 【0026】

また、請求項10記載の傾斜角センサによれば、前記6面体短冊形弾性体の同一平面上に、前記6面体短冊形弾性体の撓み量を検出するよう配置されたピエゾ抵抗と、前記6面体短冊形弾性体の捻れ量を検出するよう配置されたピエゾ抵抗とを備えることを特徴とする。

これにより、6面体短冊形弾性体の2軸方向の撓み量を検出することが可能となり、厚みが均一な基板を用いた場合においても、2軸方向の傾斜角を検出することが可能となるとともに、ピエゾ抵抗をブリッジ回路構成として、傾斜角の検出精度を向上させることができるとなる。

#### 【0027】

また、請求項14記載の傾斜角センサの製造方法によれば、ウエハ表面上に2個以上のピエゾ抵抗を形成する工程と、前記ウエハの裏面全体を均一に研削する工程と、凹部の形成された支持基板を、前記ピエゾ抵抗の形成領域が凹部エッジ近傍で凹部内側になるように、前記ウエハの裏面に貼り合わせる工程と、前記ピエゾ抵抗形成面の変位可能領域が前記凹部の両側で支えられるように、前記ウエハおよび前記支持基板を一括してチップ状に切断する工程とを備えることを特徴とする。

#### 【0028】

これにより、ピエゾ抵抗が形成された基板を選択的にエッチングすることなく、ピエゾ抵抗を支持するための支持部を形成することができるなどとともに、支持基板の貼り合わせを1回行なうだけで、ピエゾ抵抗を支持するための支持部を複数のチップに対して一括して形成することができ、傾斜角センサの製造工程を

簡易化して、傾斜角センサのコストを下げることが可能となる。

【0029】

また、請求項15記載の傾斜角センサの製造方法によれば、凸部の形成された錘基板を、前記凸部が前記ピエゾ抵抗形成面の変位可能領域のほぼ中央に配置されるように、前記ウエハの表面に貼り合わせる工程をさらに備え、前記錘基板、前記ウエハおよび前記支持基板は、チップ状に一括して切断されることを特徴とする。

【0030】

これにより、錘基板の貼り合わせを1回行なうだけで、ピエゾ抵抗を変形させるための錘を複数のチップに対して一括して形成することができ、傾斜角センサの製造工程を簡易化して、傾斜角センサのコストをより一層下げることが可能となる。

また、請求項16記載の傾斜角センサの製造方法によれば、ウエハ表面上に2個所以上のピエゾ抵抗を形成する工程と、前記ウエハの裏面全体を均一に研削する工程と、凹部の形成された支持基板を、前記ピエゾ抵抗の形成領域が凹部エッジ近傍で凹部内側になるように、前記ウエハの裏面に貼り合わせる工程と、前記ピエゾ抵抗形成面の変位可能領域のほぼ中央に台座を配置する工程と、前記ピエゾ抵抗形成面の変位可能領域が前記凹部の両側で支えられるように、前記台座が配置されたウエハおよび前記支持基板を一括してチップ状に切断する工程と、前記台座上に錘部材を配置する工程とを備えることを特徴とする。

【0031】

これにより、ピエゾ抵抗が形成された基板を選択的にエッチングすることなく、ピエゾ抵抗を支持するための支持部を形成することができるとともに、支持基板の貼り合わせを1回行なうだけで、ピエゾ抵抗を支持するための支持部を複数のチップに対して一括して形成することができ、傾斜角センサの製造工程を簡易化して、傾斜角センサのコストを下げることが可能となるとともに、錘部材を大きくして検出感度を向上させたり、各チップごとに錘部材の配置位置を調整することが可能となる。

【0032】

また、請求項17記載の傾斜角センサの製造方法によれば、ウエハ表面上に2個以上のピエゾ抵抗を形成する工程と、前記ウエハの裏面全体を均一に研削する工程と、凹部の形成された支持基板を、前記凹部の一方の位置が前記ピエゾ抵抗形成領域のエッジ近傍で前記凹部の内側であり、前記凹部の他方が前記ウエハのスライブラインにかかるように、前記ウエハの裏面に貼り合わせる工程と、前記ピエゾ抵抗形成面の変位可能領域に台座を配置する工程と、前記ピエゾ抵抗形成面が前記凹部の片側で支えられるように、前記台座が配置されたウエハおよび前記支持基板を一括してチップ状に切断する工程と、前記台座上に錐部材を配置する工程とを備えることを特徴とする。

#### 【0033】

これにより、ピエゾ抵抗が形成された基板を選択的にエッチングすることなく、ピエゾ抵抗を支持するための支持部を形成することが可能となるとともに、支持基板の貼り合わせを1回行なうだけで、ピエゾ抵抗を支持するための支持部を複数のチップに対して一括して形成することができ、傾斜角センサの製造工程を簡易化して、傾斜角センサのコストを下げることが可能となるとともに、支持基板と錐部材との間の距離を大きくして、検出感度を向上させることができるとなる。

#### 【0034】

また、請求項18記載の傾斜角センサの製造方法によれば、ウエハ表面上に2個以上のピエゾ抵抗を形成する工程と、前記ウエハの裏面全体を均一に研削する工程と、凹部の形成された支持基板を、前記ピエゾ抵抗の形成領域が凹部エッジ近傍で凹部内側になるように、前記ウエハの裏面に貼り合わせる工程と、凸凹の形成された錐基板を、凸部が2チップ間隔でスライブラインに跨るように、前記ウエハの表面に貼り合わせる工程と、前記錐基板の凹部の一部を前記スライブラインと平行に切り落とす工程と、前記ピエゾ抵抗形成面の一端が前記支持基板の凹部の片側で支えられるとともに、前記錐基板の凸部が前記ピエゾ抵抗形成面に配置されるように、前記錐基板、前記ウエハおよび前記支持基板を一括してチップ状に切断する工程とを備えることを特徴とする。

#### 【0035】

これにより、片持ち型の傾斜角センサを製造する場合においても、ピエゾ抵抗を支持するための支持部のみならず、ピエゾ抵抗に応力を加える錐部材も、複数のチップに対して一括して形成することができ、傾斜角センサの検出感度を向上させつつ、傾斜角センサの製造工程を簡易化して、傾斜角センサのコストを下げることが可能となる。

#### 【0036】

また、請求項19記載の傾斜角センサの製造方法によれば、前記研削は、研磨またはエッティング、あるいはそれらの組み合わせであることを特徴とする。

これにより、研削時間を低減しつつ、基板の厚み制御を効率良く行なうことが可能となる。

#### 【0037】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態に係る傾斜角センサおよびその製造方法について図面を参照しながら説明する。

図1は、本発明の一実施形態に係る傾斜角センサの動作を示す断面図である。なお、図1の実施形態では、両持ち型の傾斜角センサであって、シリコン基板1上にピエゾ抵抗R1～R4を4個設けた構成を示す。

#### 【0038】

図1において、シリコン基板1の表面上には、ピエゾ抵抗R1～R4が形成されるとともに、撓み可能な厚みまで裏面が均一に研削され、シリコン基板1の中央には、凸部3aを介して錐部材3が設けられている。

また、シリコン基板1の裏面には、凹部2aを有する支持部材2が設けられ、この支持部材2によりシリコン基板1の両端が支持されている。

#### 【0039】

これにより、ピエゾ抵抗R1～R4の形成面の変位可能領域が形成される。

そして、図1(a)において、傾斜角センサがZ方向への重力の分力を受けると、Z方向への力FZが錐部材3にかかり、錐部材3がZ方向に移動しようとする。

ここで、シリコン基板1は、撓み可能な厚みまで裏面が均一に研削され、シリ

コン基板1の裏面には凹部2aが設けられているので、シリコン基板1が変形し、ピエゾ抵抗R1、R4には圧縮応力、ピエゾ抵抗R2、R3には引張応力が加わる。そして、これらの応力に従って、ピエゾ抵抗R1～R4の抵抗値が増減する。

#### 【0040】

また、図1(b)において、傾斜角センサがX方向への重力の分力を受けると、X方向への力FXが錘部材3にかかり、錘部材3がX方向に移動しようとする。このため、シリコン基板1が変形し、ピエゾ抵抗R1、R3には圧縮応力、ピエゾ抵抗R2、R4には引張応力が加わり、これらの応力に従って、ピエゾ抵抗R1～R4の抵抗値が増減する。

#### 【0041】

一方、図1(c)において、傾斜角センサが傾くと、錘部材3は鉛直方向に重力Wで引っ張られるため、シリコン基板1の平行方向に力成分WXがかかり、シリコン基板1の垂直方向に力成分WZかかる。このため、シリコン基板1が変形し、ピエゾ抵抗R2、R4には引張応力、ピエゾ抵抗R1、R3には圧縮応力が加わり、これらの応力に従って、ピエゾ抵抗R1～R4の抵抗値が増減する。

#### 【0042】

従って、これらのピエゾ抵抗R1～R4からなるホイートストンブリッジ回路を形成することにより、傾斜角センサの傾きを求めることができる。

このように、裏面を撓み可能な厚みまで均一に研削し、凹部2aを有する支持部材2によりシリコン基板1の両端を支えることにより、傾斜角センサの構成および製造工程を簡易化して、傾斜角センサのコストを下げることが可能となるとともに、衝撃に対する耐性も向上させることが可能となる。

#### 【0043】

なお、このシリコン基板1は6面体短冊形状を有し、シリコン基板1の長さと幅の比率が4倍以上40倍以下で、厚さが20μm以上200μm以下であることが好ましい。

これにより、シリコン基板1を変位部としてそのまま用いた場合においても、必要な検出感度を得ることが可能となるとともに、支持部材2および錘部材3を

シリコン基板1に結合させるために必要な強度を確保することができる。

【0044】

図2、3、6は、本発明の第1実施形態に係る傾斜角センサの製造工程を示す断面図である。なお、この第1実施形態は、両持ち型の傾斜角センサの製造工程を示す。

図2(a)において、例えば、厚みが550μm程度で6インチ径のシリコンウェハ11を用意する。

【0045】

次に、図2(b)に示すように、フォトリソグラフィー技術を用いて、不純物を選択的にイオン注入することにより、シリコンウェハ11上にピエゾ抵抗12(ピエゾ抵抗形成領域)を形成する。なお、ピエゾ抵抗12は、実際には、主に2個以上のピエゾ抵抗素子から構成するようにしてもよい。

そして、スパッタまたは蒸着などにより導電層をシリコンウェハ11全面に形成し、フォトリソグラフィー技術およびエッチング技術を用いて導電層のパターンングを行なうことにより、配線やボンディングパットなどの回路パターン13を形成する。

【0046】

次に、図2(c)に示すように、CVD(化学気相成長法)またはスパッタなどにより、窒化珪素膜または酸化珪素膜などの保護膜14を形成する。

次に、図2(d)に示すように、保護膜14が形成されたシリコンウェハ11上に保護フィルム15を貼り付ける。なお、保護フィルム15としては、例えば、粘着シートなどを用いることができる。

【0047】

次に、図2(e)に示すように、シリコンウェハ11の裏面全体を研削する。ここで、研削方法としては、研磨やエッチングを用いることができ、例えば、最初550μmの厚みがあったシリコンウェハ11を150μmの残厚まで研磨し、さらに、シリコンウェハ11が50μmの残厚になるまでエッチングにより研削してもよい。

【0048】

また、CMP（化学的機械的研磨）により、シリコンウェハ11の裏面を研削するようにしてもよい。

次に、図3(a)に示すように、溝21aが形成されたガラスウェハ21をシリコンウェハ11の裏面に貼り合わせる。ここで、ガラスウェハ21をシリコンウェハ11に貼り合わせる場合、溝21aがシリコンウェハ11側に向くとともに、溝21aの位置がピエゾ抵抗12の形成領域に対応するように配置する。

#### 【0049】

この際、ガラスウェハ21として、ナトリウムガラスのようなイオン移動度が高いガラスを用い、シリコンウェハ11との間に1KV程度の高電圧を加える陽極接合を行なうことによって、選択的に強い接合力を得ることができる。

従って、溝21aは、空洞のままの状態でもよいが、陽極接合しない通常のガラスや樹脂などの埋め込み部材22を充填し、ガラスウェハ21の表面を平坦化してもよい。

#### 【0050】

なお、溶剤などによって選択的に除去可能な樹脂などの材料を充填した場合は、シリコンウェハ11をチップ状に切断した後に、溝21aを空洞にすることもできる。

図4(a)は、本発明の第1実施形態に係るガラスウェハの構成を示す平面図、図4(b)は、本発明の第1実施形態に係るガラスウェハの構成を示す断面図である。

#### 【0051】

図4において、ガラスウェハ21には、シリコンウェハ11から切り出されるチップ配列に対応した溝21aが形成され、この溝21aの幅は、1チップ分のピエゾ抵抗12の形成領域の大きさに対応するように設定される。例えば、傾斜角センサの1チップ分の長さが3mmであるとすると、溝21aの幅は2mmに設定される。

#### 【0052】

なお、D1～D6はダイシングラインであり、シリコンウェハ11に貼り合わされたガラスウェハ21は、このダイシングラインD1～D6に沿ってチップ状

に切断される。このため、例えば、ダイシングラインD1～D3で囲まれた領域から、1個分の傾斜角センサを切り出すことができる。

ここで、縦方向のダイシングラインD1、D2を溝21aの間の中央に設定することにより、各チップに対して溝21aの両側に支持部材を残すことが可能となり、両持ち型の傾斜角センサを構成することができる。

#### 【0053】

次に、図3(b)に示すように、ガラスウェハ21がシリコンウェハ11に貼り合わされると、シリコンウェハ11上に貼り付けられていた保護フィルム15を剥がす。

次に、図3(c)に示すように、凸部31aの設けられた錐ウェハ31をシリコンウェハ11上に接着する。ここで、凸部31aは、シリコンウェハ11から切り出される各チップに対応して設けられている。そして、錐ウェハ31をシリコンウェハ11上に接着する場合、凸部31aがシリコンウェハ11側を向くとともに、凸部31aが各チップの長手方向中央に位置するように、錐ウェハ31を配置する。

#### 【0054】

図5(a)は、本発明の第1実施形態に係る錐ウェハの構成を示す断面図、図5(b)は、本発明の第1実施形態に係る錐ウェハの構成を示す平面図である。

図5において、錐ウェハ31には、シリコンウェハ11から切り出されるチップ配列に対応した凸部31aが形成され、各凸部31aの間には、開口部31bが形成されている。

#### 【0055】

なお、D1～D8はダイシングラインであり、シリコンウェハ11に貼り合わされた錐ウェハ31は、シリコンウェハ11に貼り合わされたガラスウェハ21とともに、このダイシングラインD1～D8に沿ってチップ状に切断される。

ここで、錐ウェハ31に開口部31bを設け、縦方向のダイシングラインD1、D2を開口部31bの中央に設定することにより、錐ウェハ31で覆われていない領域を各チップの両側に設けることが可能となり、各チップに対してワイヤボンディングを容易に行なうことが可能となる。

## 【0056】

次に、図3 (d) に示すように、ガラスウェハ21および錐ウェハ31が貼り合わされたシリコンウェハ11をダイシングすることにより、シリコン基板11'を支持部材21'および錐部材31'とともに、チップ状に一体的に切り出す。ここで、1チップ分の長さは、例えば、3mmとすることができる。

次に、図6 (a) に示すように、支持部材21'内に充填されている埋め込み部材22を除去することにより、シリコン基板11'の両端が支持部材21'で支えられるようにして、シリコン基板11'と支持部材21'との間に隙間を形成し、シリコン基板11'が支持部材21'の間で撓み可能とする。

## 【0057】

次に、図6 (b) に示すように、支持部材21'および錐部材31'とともに切り出されたシリコン基板11'を、リードフレーム41上にダイボンドする。

次に、図6 (c) に示すように、シリコン基板11'にワイヤボンディングを行なうことにより、シリコン基板11'とリードフレーム41とをワイヤ42a、42bで接続する。

## 【0058】

ここで、錐ウェハ31には開口部31bが設けられ、錐ウェハ31から切り出された錐部材31'の長さは、シリコン基板11'の長さよりも短くなる。このため、シリコン基板11'の両端を錐部材31'から露出させることができ、錐部材31'が邪魔になってシリコン基板11'上にワイヤボンディングができないことを防止することができる。

## 【0059】

このように、上述した第1実施形態によれば、シリコン基板11'自体に凹凸を設けることなく、両持ち型の傾斜角センサを製造することが可能となるとともに、支持部材21'および錐部材31'を複数のチップに一括形成することを可能として、支持部材21'および錐部材31'を各チップごとに配置する必要がなくなる。

## 【0060】

このため、傾斜角センサの構成および製造工程を簡易化して、傾斜角センサの

コストを下げることが可能となるとともに、衝撃に対する耐性も向上させることが可能となる。

図7は、本発明の第2実施形態に係る傾斜角センサの製造工程を示す断面図である。なお、この第2実施形態は、両持ち型の傾斜角センサの錐部材33を、台座32を介して配置するようにしたものである。

#### 【0061】

図7(a)において、図2(a)～図3(b)の工程が終わると、台座32をシリコンウェハ11上に接着する。ここで、台座32は、シリコンウェハ11から切り出される各チップごとに設けられ、各チップの長手方向中央に位置するよう配置する。

また、台座32の高さは、台座32の表面が、ワイヤ42a、42bのアーチの頂点よりも高い位置にくるように設定する。

#### 【0062】

次に、図7(b)に示すように、ガラスウェハ21が貼り合わされるとともに、台座32が接着されたシリコンウェハ11をダイシングすることにより、台座32が接着されたシリコン基板11'を支持部材21'とともに、チップ状に一体的に切り出す。

次に、図7(c)に示すように、支持部材21'および台座32が設けられたシリコン基板11'を、リードフレーム41上にダイボンドする。

#### 【0063】

次に、図7(d)に示すように、シリコン基板11'にワイヤボンディングを行なうことにより、シリコン基板11'とリードフレーム41とをワイヤ42a、42bで接続する。

次に、図7(e)に示すように、台座32上に錐部材33を接着する。

このように、上述した第2実施形態によれば、シリコン基板11'のワイヤボンディングを行なった後に、台座32上に錐部材33を接着することにより、ワイヤボンディングを行なう際に、錐部材33が邪魔になることを防止することができ、錐部材33を大きくして、傾斜角センサの検出感度を向上させることができる。

## 【0064】

また、錘部材33を各チップごとに個々に配置することができ、錘部材33がチップからはみ出すことを可能として、錘部材33の配置の自由度を向上させることが可能となる。

図8～12は、本発明の第3実施形態に係る傾斜角センサの製造工程を示す断面図である。なお、この第3実施形態は、片持ち型の傾斜角センサの製造工程を示す。

## 【0065】

図8(a)において、例えば、厚みが $550\text{ }\mu\text{m}$ 程度で6インチ径のシリコンウェハ51を用意する。

次に、図8(b)に示すように、フォトリソグラフィー技術を用いて、不純物を選択的にイオン注入することにより、シリコンウェハ51上にピエゾ抵抗52を形成する。なお、ピエゾ抵抗52は、実際には、主に2個以上のピエゾ抵抗素子から構成するようにしてもよい。

## 【0066】

そして、スパッタまたは蒸着などにより導電層をシリコンウェハ51全面に形成し、フォトリソグラフィー技術およびエッチング技術を用いて導電層のパターンングを行なうことにより、配線やボンディングパットなどの回路パターン53を形成する。

次に、図8(c)に示すように、CVD(化学気相成長法)またはスパッタなどにより、窒化珪素膜または酸化珪素膜などの保護膜54を形成する。

## 【0067】

次に、図8(d)に示すように、保護膜54が形成されたシリコンウェハ51上に保護フィルム55を貼り付ける。なお、保護フィルム55としては、例えば、粘着シートなどを用いることができる。

次に、図8(e)に示すように、シリコンウェハ51の裏面全体を研削する。ここで、研削方法としては、研磨やエッチングを用いることができ、例えば、最初 $550\text{ }\mu\text{m}$ の厚みがあったシリコンウェハ51を $150\text{ }\mu\text{m}$ の残厚まで研磨し、さらに、シリコンウェハ51が $50\text{ }\mu\text{m}$ の残厚になるまでエッチングにより研

削してもよい。

#### 【0068】

また、CMP（化学的機械的研磨）により、シリコンウェハ51の裏面を研削するようにしてもよい。

次に、図9(a)に示すように、溝61aが形成されたガラスウェハ61をシリコンウェハ51の裏面に貼り合わせる。ここで、ガラスウェハ61をシリコンウェハ51に貼り合わせる場合、溝61aが、シリコンウェハ51側に向くとともに、ピエゾ抵抗52の形成領域およびスクライブラインにかかるように、ガラスウェハ61をシリコンウェハ51の裏面に配置する。

#### 【0069】

この際、ガラスウェハ61として、ナトリウムガラスのようなイオン移動度が高いガラスを用い、シリコンウェハ51との間に1KV程度の高電圧を加える陽極接合を行なうことによって、選択的に強い接合力を得ることができる。

従って、溝61aは、空洞のままの状態でもよいが、陽極接合しない通常のガラスや樹脂などの埋め込み部材62を充填し、ガラスウェハ61の表面を平坦化してもよい。

#### 【0070】

なお、溶剤などによって選択的に除去可能な樹脂などの材料を充填した場合には、シリコンウェハ51をチップ状に切断した後に、溝61aを空洞にすることもできる。

図10(a)は、本発明の第3実施形態に係るガラスウェハの構成を示す平面図、図10(b)は、本発明の第3実施形態に係るガラスウェハの構成を示す断面図である。

#### 【0071】

図10において、ガラスウェハ61には、シリコンウェハ51から切り出されるチップ配列に対応した溝61aが形成され、溝61aが1チップ分のピエゾ抵抗52の形成領域およびスクライブラインにかかるように、この溝61aの幅が設定される。例えば、傾斜角センサの1チップ分の長さが3mmであるとすると、溝21aの幅は2.5mmに設定される。

## 【0072】

なお、D11～D17はダイシングラインであり、シリコンウェハ51に貼り合わされたガラスウェハ61は、このダイシングラインD11～D17に沿ってチップ状に切断される。このため、例えば、ダイシングラインD11～D12～D15で囲まれた領域から、1個分の傾斜角センサを切り出すことができる。

ここで、ガラスウェハ61の溝61aがシリコンウェハ51の縦方向のスクライブラインにかかるように配置するとともに、縦方向のダイシングラインD11～D13を溝61aの端に設定することにより、各チップに対して溝61aの片側に支持部材を残すことが可能となり、片持ち型の傾斜角センサを構成することができる。

## 【0073】

次に、図9（b）に示すように、ガラスウェハ61がシリコンウェハ51に貼り合わされると、シリコンウェハ51上に貼り付けられていた保護フィルム55を剥がす。

次に、図9（c）に示すように、シリコンウェハ51から切り出される各チップごとに、台座71を接着する。ここで、台座71の配置位置は、各チップがガラスウェハ61で支えられる位置に対して、長手方向反対側になるように設定する。

## 【0074】

次に、図9（d）に示すように、ガラスウェハ61が貼り合わされるとともに、台座71が接着されたシリコンウェハ51をダイシングすることにより、台座71が接着されたシリコン基板51'を支持部材61'とともに、チップ状に一体的に切り出す。ここで、1チップ分の長さは、例えば、3mmとすることができる。

## 【0075】

次に、図11（a）に示すように、台座71上に錐部材72を接着する。

次に、図11（b）に示すように、支持部材61'内に充填されている埋め込み部材62を除去することにより、シリコン基板51'の片側が支持部材61'で支えられるようにして、シリコン基板51'と支持部材61'との間に隙間を

形成し、シリコン基板51'が支持部材61'を支点として撓み可能とする。

【0076】

次に、図11(c)に示すように、支持部材61'および錐部材72が設けられたシリコン基板51'を、リードフレーム81上にダイボンドする。

次に、図12に示すように、シリコン基板51'にワイヤボンディングを行なうことにより、シリコン基板51'とリードフレーム81とをワイヤ82で接続する。

【0077】

なお、上述した第3実施形態では、台座71上に錐部材72を接着した後、シリコン基板51'のワイヤボンディングを行なう方法について説明したが、シリコン基板51'のワイヤボンディングを行なった後に、台座71上に錐部材72を接着するようにしてもよく、これにより、ワイヤボンディングを行なう際に、錐部材72が邪魔になることを防止することができる。

【0078】

このように、上述した第3実施形態によれば、製造工程を複雑化させることなく、片持ち型の傾斜角センサを製造することができ、シリコン基板51'が支持部材61'で支えられる位置と、錐部材72がシリコン基板51'で支えられる位置との距離を大きくして、シリコン基板51'をより効率よく撓ませることができる。

【0079】

このため、傾斜角センサの長手方向の長さを大きくすることなく、傾斜角センサの検出感度を向上させることができ、傾斜角センサの小型化を図ることが可能となる。

図13は、本発明の第4実施形態に係る傾斜角センサの構成を示す断面図である。

【0080】

図13において、シリコン基板91の表面上には、ピエゾ抵抗92および回路パターン93が形成されるとともに、シリコン基板91の裏面は撓み可能な厚みまで均一に研削されている。

また、シリコン基板91の裏面には、凹部95aを有する支持部材95が設けられ、この支持部材95によりシリコン基板91の一端が支持されるとともに、シリコン基板91の表面には、台座96を介して錐部材97が設けられ、この台座96は、シリコン基板91の他端に配置されている。

#### 【0081】

支持部材95の裏面はリードフレーム98に接着され、リードフレーム98と回路パターン93のボンディングパットとは、ワイヤ99により接続されている

ここで、台座96の高さは、台座96の表面が、ワイヤ99のアーチの頂点よりも高い位置にくるように設定されるとともに、台座96は、錐部材97の端で錐部材97を保持する。

#### 【0082】

これにより、錐部材97平面の大きさをシリコン基板91平面の大きさと同等にした場合においても、錐部材97がシリコン基板91からはみ出すことを防止することが可能となるとともに、錐部材97がワイヤ99と接触することを防止することが可能となり、傾斜角センサの検出感度を向上させつつ、傾斜角センサのコンパクト化を図ることが可能となる。

#### 【0083】

また、支持部材95は、ナトリウムガラスのようなイオン移動度に高いガラスにより構成され、支持部材95の凹部95aには、陽極接合しない通常のガラスや樹脂などの埋め込み部材100が充填され、支持部材95の表面が平坦化されている。

そして、支持部材95とシリコン基板91とを接合する場合、シリコン基板91との間に1KV程度の高電圧を加える陽極接合を行なう。

#### 【0084】

これにより、支持部材95とシリコン基板91とを強固に結合することが可能となるとともに、支持部材95とシリコン基板91とが埋め込み部材100の位置で離れることが可能となる。

この結果、シリコン基板91が支持部材95の下に位置するようなレイアウト

をとることにより、シリコン基板91を水平にした時に、シリコン基板91は、重力による錐部材97の静的加重で埋め込み部材100から離れる方向に応力を受けることができる。

#### 【0085】

このため、埋め込み部材100がシリコン基板91の変位を妨げることを阻止しつつ、支持部材95の表面を平坦化することができ、傾斜角センサとして水平から±90度程度の範囲で十分に機能させることができる。

また、埋め込み部材100を支持部材95の凹部95aに充填することにより、シリコン基板91上に錐部材97を設ける時に、シリコン基板91に加重がかかっても、シリコン基板91を埋め込み部材100で支えることができ、シリコン基板91の割れを防止して、傾斜角センサの製造コストを下げることが可能となる。

#### 【0086】

さらに、埋め込み部材100を支持部材95の凹部95aに残したままにすることにより、埋め込み部材100を除去する工程を不要として、製造工程を簡略化することが可能となり、傾斜角センサの製造コストをより一層下げることが可能となるとともに、傾斜角センサの落下時などに、傾斜角センサに衝撃が加わった場合においても、シリコン基板91を埋め込み部材100で支えて、シリコン基板91の破壊を防止することが可能となる。

#### 【0087】

図14、15、18は、本発明の第5実施形態に係る傾斜角センサの製造工程を示す断面図である。なお、この第5実施形態は、片持ち型の傾斜角センサの製造工程を示す。

図14(a)において、例えば、厚みが $550\mu\text{m}$ 程度で6インチ径のシリコンウェハ111を用意する。

#### 【0088】

次に、図14(b)に示すように、フォトリソグラフィー技術を用いて、不純物を選択的にイオン注入することにより、シリコンウェハ111上にピエゾ抵抗112を形成する。

そして、スパッタまたは蒸着などにより導電層をシリコンウェハ111全面に形成し、フォトリソグラフィー技術およびエッチング技術を用いて導電層のパターニングを行なうことにより、配線やボンディングパットなどの回路パターン113を形成する。

## 【0089】

次に、図14(c)に示すように、CVD(化学気相成長法)またはスパッタなどにより、窒化珪素膜または酸化珪素膜などの保護膜114を形成する。

次に、図14(d)に示すように、保護膜114が形成されたシリコンウェハ111上に保護フィルム115を貼り付ける。なお、保護フィルム115としては、例えば、粘着シートなどを用いることができる。

## 【0090】

次に、図14(e)に示すように、シリコンウェハ111の裏面全体を研削する。ここで、研削方法としては、研磨やエッチングを用いることができ、例えば、最初 $550\mu m$ の厚みがあったシリコンウェハ111を $150\mu m$ の残厚まで研磨し、さらに、シリコンウェハ111が $50\mu m$ の残厚になるまでエッチングにより研削してもよい。

## 【0091】

また、CMP(化学的機械的研磨)により、シリコンウェハ111の裏面を研削するようにしてもよい。

次に、図15(a)に示すように、溝121a、121bが形成されたガラスウェハ121をシリコンウェハ111の裏面に貼り合わせる。ここで、ガラスウェハ121をシリコンウェハ111に貼り合わせる場合、溝121a、121bがシリコンウェハ111側に向くとともに、各溝121a、121bが各チップのピエゾ抵抗112の形成領域を含むとともに、各溝121a、121bの一方のラインがシリコンウェハ111のスクライブラインにかかり、各溝121a、121bの他方のラインがシリコンウェハ111のスクライブラインにからならないように配置する。

## 【0092】

この際、ガラスウェハ121として、ナトリウムガラスのようなイオン移動度

に高いガラスを用いた場合、シリコンウェハ111との間に1KV程度の高電圧を加える陽極接合を行なうことによって、選択的に強い接合力を得ることができる。

従って、溝121a、121bは、空洞のままの状態でもよいが、陽極接合しない通常のガラスや樹脂などの埋め込み部材122a、122bを充填し、ガラスウェハ121の表面を平坦化してもよい。

#### 【0093】

なお、溶剤などによって選択的に除去可能な樹脂などの材料を充填した場合は、シリコンウェハ111をチップ状に切断した後に、溝121a、121bを空洞にするようにしてもよい。

図16(a)は、本発明の第5実施形態に係るガラスウェハの構成を示す平面図、図16(b)は、本発明の第5実施形態に係るガラスウェハの構成を示す断面図である。

#### 【0094】

図16において、ガラスウェハ121には、シリコンウェハ111から切り出されるチップ配列に対応した溝121a、121bが形成され、この溝121a、121bの幅は、各溝121a、121bが、1チップ分のピエゾ抵抗112の形成領域を含むとともに、各溝121a、121bの一方のラインがシリコンウェハ111のスクライブラインにかかり、各溝121a、121bの他方のラインがシリコンウェハ111のスクライブラインにかかるないように設定される。

#### 【0095】

なお、D21～D28およびD31～D34はダイシングラインであり、シリコンウェハ111に貼り合わされたガラスウェハ121は、このダイシングラインD21～D28およびD31～D34に沿ってチップ状に切断される。このため、例えば、ダイシングラインD21、D25、D31、D32で囲まれた領域から、1個分の傾斜角センサを切り出すことができる。

#### 【0096】

ここで、縦方向のダイシングラインD21、D22をガラスウェハ121の凸

部の中央に設定するとともに、縦方向のダイシングラインD23～D28を各溝121a、121bの端にかかるように設定することにより、各チップに対して溝121a、121bの片側に支持部材を残すことが可能となり、片持ち型の傾斜角センサを構成することができる。

#### 【0097】

次に、図15（b）に示すように、ガラスウェハ121がシリコンウェハ111に貼り合わされると、シリコンウェハ111上に貼り付けられていた保護フィルム115を剥がす。

次に、図15（c）に示すように、凸部131aの設けられた錐ウェハ131をシリコンウェハ111上に接着する。ここで、凸部131aは、シリコンウェハ111から切り出される2列分のチップに対応して設けられている。そして、錐ウェハ131をシリコンウェハ111上に接着する場合、凸部131aがシリコンウェハ111側を向くとともに、凸部131aがスクライブラインを跨いで、その両側のチップの端部にかかるように、錐ウェハ131を配置する。

#### 【0098】

図17（a）は、本発明の第5実施形態に係る錐ウェハの構成を示す断面図、図17（b）は、本発明の第5実施形態に係る錐ウェハの構成を示す平面図である。

図17において、錐ウェハ131には、シリコンウェハ111から切り出される2列分のチップ配列に対応した凸部131aが形成されている。

#### 【0099】

なお、D21～D28およびD31～D34はダイシングラインであり、シリコンウェハ111に貼り合わされた錐ウェハ131は、シリコンウェハ111に貼り合わされたガラスウェハ121とともに、このD21～D28およびD31～D34に沿ってチップ状に切断される。

また、H1～H4はハーフダイシングラインであり、錐ウェハ131は、シリコンウェハ111に貼り合わされた状態で、ハーフダイシングラインH1～H4に沿ってハーフダイシングされることにより、錐ウェハ131の各凸部131a間の凹部の中央部分が切り落とされる。

## 【0100】

ここで、錘ウェハ131のハーフダイシングを行なうことにより、錘ウェハ131がシリコンウェハ111に貼り合わされた状態で、錘ウェハ131で覆われていない領域を各チップの片側に設けることが可能となり、各チップに対してワイヤボンディングを容易に行なうことが可能となる。

また、凸部131aが、シリコンウェハ111のスクライブラインを跨ぐように錘ウェハ131を配置することにより、錘ウェハ131およびシリコンウェハ111を凸部131aの位置で切断するだけで、各チップの端部に錘部材131'を設けることが可能となる。

## 【0101】

次に、図15(d)に示すように、シリコンウェハ111に貼り合わされた状態で、ハーフダイシングラインH1～H4に沿って、錘ウェハ131のハーフダイシングを行なうことにより、錘ウェハ131の各凸部131a間の凹部の中央部分を切り落とす。

このため、錘バー131'が2列分のチップごとに形成される。

## 【0102】

次に、図18(a)に示すように、ガラスウェハ121および錘バー131'が貼り合わされたシリコンウェハ111を、ダイシングラインD21～D28およびD31～D34に沿ってダイシングすることにより、シリコン基板111'を支持部材121'および錘部材131'とともに、チップ状に一体的に切り出す。ここで、1チップ分の長さは、例えば、3mmとすることができる。

## 【0103】

次に、図18(b)に示すように、支持部材121'内に充填されている埋め込み部材122a、122bを除去することにより、シリコン基板111'の一端が支持部材121'で支えられるようにして、シリコン基板111'と支持部材121'との間に隙間を形成し、シリコン基板111'が支持部材121'を支点として撓み可能とする。

## 【0104】

次に、図18(c)に示すように、支持部材121'および錘部材131'

とともに切り出されたシリコン基板111'を、リードフレーム141上にダイボンドする。

次に、図18(d)に示すように、シリコン基板111'にワイヤボンディングを行なうことにより、シリコン基板111'とリードフレーム141とをワイヤ142で接続する。

#### 【0105】

ここで、锤ウェハ131のハーブダイシングを行なうことにより、シリコン基板111'の片端を锤部材131'から露出させることができ、锤部材131'が邪魔になってシリコン基板111'上にワイヤボンディングができなくなることを防止することができる。

このように、上述した第5実施形態によれば、シリコン基板111'自体に凹凸を設けることなく、片持ち型の傾斜角センサを製造することが可能となるとともに、支持部材121'および锤部材131'を複数のチップに一括形成することを可能として、支持部材121'および锤部材131'を各チップごとに配置する必要がなくなる。

#### 【0106】

このため、傾斜角センサの検出感度を向上させつつ、傾斜角センサの構成および製造工程を簡易化して、傾斜角センサのコストを下げることが可能となる。

なお、上述した第5実施形態では、各溝121a、121bが各チップ配列ごとに分離する方法について説明したが、2本の溝121a、121bが互いに繋がるようにして、1本の溝で2列分のチップ配列を受け持つようにしてもよく、これにより、ダイシング時に無駄な廃材（例えば、ダイシングラインD23とダイシングラインD24との間の部分）が出ることを防止して、1枚のウェハから採れる傾斜角センサの個数を増やすことができる。

#### 【0107】

図19(a)は、本発明の第6実施形態に係る傾斜角センサの概略構成を示す斜視図、図19(b)は、本発明の第6実施形態に係る傾斜角センサのシリコン基板表面の構成を示す平面図である。なお、この第6実施形態は、厚みが均一な一枚のシリコン基板を用いて、2軸の傾斜角センサを構成するようにしたもの

である。

【0108】

図19において、シリコン基板151の表面151a上には、ピエゾ抵抗R1 1～R1 6および端子P1～P9が形成されるとともに、ピエゾ抵抗R1 1～R1 6と端子P1～P9とを接続する配線L1が形成され、さらに、シリコン基板151の裏面151bは、シリコン基板151が撓み可能な厚みまで均一に研削されている。

【0109】

また、シリコン基板151の長手方向の一端には支持部材接合領域J1が設けられ、シリコン基板151の長手方向の他端には台座接合領域J2が設けられ、支持部材接合領域J1には、凸部152aを介して支持部材152が接合され、台座接合領域J2には、台座153を介して錘部材154が接合されている。

なお、支持部材152は、シリコン基板151の裏面に配置され、錘部材154は、シリコン基板151の表面に配置される。

【0110】

ここで、ピエゾ抵抗R1 1、R1 3、R1 5は、台座接合領域J2の近傍に配置され、ピエゾ抵抗R1 2、R1 4、R1 6は、支持部材接合領域J1の近傍に配置される。

また、ピエゾ抵抗R1 1、R1 2は、長手方向に設定される中央ラインに沿って配置され、ピエゾ抵抗R1 3～R1 6は、中央ラインの両側の平行ラインに沿って、それぞれ2個づつ等間隔で配置される。

【0111】

そして、シリコン基板151の表面151aを下に向けた状態では、錘部材154が重力Wで下向きに引っ張られるが、支持部材152を水平に保つと、重力Wは、錘部材154にかかるZ軸方向成分の力Fz=Wと一致する。

このため、シリコン基板151の端部には、台座153を介してZ軸方向成分の力Fz=Wがかかり、シリコン基板151はZ軸方向に撓んだ状態になる。

【0112】

図20は、図19の傾斜角センサがY軸回りに傾いた場合の動作を示す斜視図

である。

図20において、支持部材152がY軸回りに傾くと、錐部材154にかかるZ軸方向成分の力Fzが減少する一方で、X軸方向成分の力Fxが生じ、結果として、支持部材152とシリコン基板151との間の間隔がより広がることになり、シリコン基板151のZ軸方向の撓み量が大きくなる。

#### 【0113】

この結果、ピエゾ抵抗R11の引張応力、ピエゾ抵抗R12の圧縮応力がそれぞれ増加し、これらの応力の変動に従って、ピエゾ抵抗R11、R12の抵抗値が増減する。

図21は、図19(b)のピエゾ抵抗R11、R12の結線構成を示す回路図である。

#### 【0114】

図21において、ピエゾ抵抗R11、R12は直列接続され、端子P4は、ピエゾ抵抗R11、R12をそれぞれ介して端子P6、P5に接続されている。

そして、端子P5、P6間に電圧Eを印加し、端子P4、P6間の電圧V1を検出することにより、Y軸回り傾斜角を求めることができる。

図22(a)は、図19の傾斜角センサがX軸回りに傾いた場合の動作を示す斜視図、図22(b)は、図19(b)のE2-E2線で切断した断面図、図22(c)は、図19(b)のE3-E3線で切断した断面図である。

#### 【0115】

図22において、持部材152がX軸回りに傾くと、錐部材154にはY方向成分の力Fyが生じるため、シリコン基板151がX軸回りに捻られる。

この結果、ピエゾ抵抗R13にかかっている引張応力およびピエゾ抵抗R14にかかっている圧縮応力は減少し、ピエゾ抵抗R15にかかっている引張応力およびピエゾ抵抗R16にかかっている圧縮応力は増加する。

#### 【0116】

このため、これらの応力の変動に従って、ピエゾ抵抗R13～R16の抵抗値が増減する。

図23は、図19(b)のピエゾ抵抗R13～R16の結線構成を示す回路図

である。

図23において、ピエゾ抵抗R13～R16はブリッジ回路を構成している。すなわち、端子P1、P2間にはピエゾ抵抗R14が接続され、端子P2、P3間にはピエゾ抵抗R13が接続され、端子P7、P8間にはピエゾ抵抗R15が接続され、端子P8、P9間にはピエゾ抵抗R16が接続され、端子P1、P9間は短絡され、端子P3、P7間は短絡されている。

#### 【0117】

そして、端子P2、P8間に電圧Eを印加し、端子P1、P3間の電圧V2を検出することにより、X軸回りの傾斜角を求めることができる。

図24(a)は、図24(b)のF-F線で切断した断面図、図24(b)は、本発明の第7実施形態に係る傾斜角センサのシリコン基板表面の構成を示す平面図である。なお、この第7実施形態は、厚みが均一な一枚のシリコン基板を用いて、両持型の2軸の傾斜角センサを構成するようにしたものである。

#### 【0118】

図24において、シリコン基板161の表面上には、ピエゾ抵抗R21～R28および端子P11～P22が形成されるとともに、ピエゾ抵抗R21～R28と端子P11～P22とを接続する配線L2、L3が形成され、さらに、シリコン基板161の裏面は、シリコン基板161が撓み可能な厚みまで均一に研削されている。

#### 【0119】

また、シリコン基板161の長手方向の両端には支持部材接合領域J11、J12が設けられ、シリコン基板161の長手方向の中央には台座接合領域J13が設けられ、支持部材接合領域J11、J12には、凸部162aを介して支持部材162が接合され、台座接合領域J13には、台座163を介して錐部材164が接合されている。

#### 【0120】

なお、支持部材162は、シリコン基板161の裏面に配置され、錐部材164は、シリコン基板161の表面に配置される。

ここで、ピエゾ抵抗R21、R23、R25、R27は、台座接合領域J13

の近傍に配置され、ピエゾ抵抗R22、R24、R26、R28は、支持部材接合領域J11、J12の近傍に配置される。

#### 【0121】

また、ピエゾ抵抗R21、R22、R27、R28は、長手方向に設定される中央ラインに沿って配置され、ピエゾ抵抗R23～R26は、中央ラインの両側の平行ラインに沿って、それぞれ2個づつ等間隔で配置される。

そして、錐部材164がぶら下がった状態で、支持部材162をY軸回りに傾けると、シリコン基板161の撓みが変化する。そして、この時のピエゾ抵抗R21、R22、R27、R28の抵抗値の変化量を計測することにより、Y軸回りの傾斜角を求めることができる。

#### 【0122】

また、錐部材164がぶら下がった状態で、支持部材162をX軸回りに傾けると、シリコン基板161に捻れが発生する。そして、この時のピエゾ抵抗R23～R26の抵抗値の変化量を計測することにより、X軸回りの傾斜角を求めることができる。

図25は、図24(b)のピエゾ抵抗R21、R22、R27、R28の結線構成を示す回路図である。

#### 【0123】

図25において、ピエゾ抵抗R21、R22、R27、R28はブリッジ回路を構成している。すなわち、端子P14、P15間にピエゾ抵抗R22が接続され、端子P14、P16間にピエゾ抵抗R21が接続され、端子P20、P21間にピエゾ抵抗R28が接続され、端子P20、P22間にピエゾ抵抗R27が接続され、端子P15、P21間は短絡され、端子P16、P22間は短絡されている。

#### 【0124】

そして、端子P14、P20間に電圧Eを印加し、端子P15、P16間の電圧V3を検出することにより、Y軸回りの傾斜角を求めることができる。

なお、Y軸回りの傾斜角を求める場合、必ずしも4個のピエゾ抵抗R21、R22、R27、R28を設ける必要はなく、ピエゾ抵抗R21、R22またはピ

エゾ抵抗R27、R28を省略し、図21のような分圧回路を構成するようにしてもよい。

#### 【0125】

図26は、図24(b)のピエゾ抵抗R23～R26の結線構成を示す回路図である。

図26において、ピエゾ抵抗R23～R26はブリッジ回路を構成している。すなわち、端子P11、P12間にピエゾ抵抗R24が接続され、端子P12、P13間にピエゾ抵抗R23が接続され、端子P18、P19間にピエゾ抵抗R26が接続され、端子P17、P18間にピエゾ抵抗R25が接続され、端子P11、P19間に短絡され、端子P13、P17間に短絡されている。

#### 【0126】

そして、端子P12、P18間に電圧Eを印加し、端子P11、P13間の電圧V4を検出することにより、X軸回りの傾斜角を求めることができる。

なお、上述した実施形態では、シリコン基板上にピエゾ抵抗を形成する方法について説明したが、Ge基板やInSb基板を用いるようにしてもよい。

また、上述した傾斜角センサは、例えば、電子ペット、ロボット、ゲームコントローラなどのモーションセンサ、ゲーム機などの携帯端末の傾斜による画面操作装置、携帯端末用ナビゲーションシステム、傾斜・振動・感振などのモニタ装置などに利用することができる。

#### 【0127】

また、上述した実施形態では、傾斜角センサについて説明したが、加速度センサに適用してもよい。

#### 【0128】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、変位部を形成するために、フォトリソグラフィー技術を用いた選択的なエッチングを行なう必要がなくなり、傾斜角センサの構成および製造工程を簡易化して、傾斜角センサのコストを下げることが可能となるとともに、衝撃に対する耐性も向上させることが可能となる。

##### 【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の一実施形態に係る傾斜角センサの動作を示す断面図である。

【図2】

本発明の第1実施形態に係る傾斜角センサの製造工程を示す断面図である。

【図3】

本発明の第1実施形態に係る傾斜角センサの製造工程を示す断面図である。

【図4】

図4(a)は、本発明の第1実施形態に係るガラスウェハの構成を示す平面図、図4(b)は、本発明の第1実施形態に係るガラスウェハの構成を示す断面図である。

【図5】

図5(a)は、本発明の第1実施形態に係る錘ウェハの構成を示す断面図、図5(b)は、本発明の第1実施形態に係る錘ウェハの構成を示す平面図である。

【図6】

本発明の第1実施形態に係る傾斜角センサの製造工程を示す断面図である。

【図7】

本発明の第2実施形態に係る傾斜角センサの製造工程を示す断面図である。

【図8】

本発明の第3実施形態に係る傾斜角センサの製造工程を示す断面図である。

【図9】

本発明の第3実施形態に係る傾斜角センサの製造工程を示す断面図である。

【図10】

図10(a)は、本発明の第3実施形態に係るガラスウェハの構成を示す平面図、図10(b)は、本発明の第3実施形態に係るガラスウェハの構成を示す断面図である。

【図11】

本発明の第3実施形態に係る傾斜角センサの製造工程を示す断面図である。

【図12】

本発明の第3実施形態に係る傾斜角センサの製造工程を示す断面図である。

【図13】

本発明の第4実施形態に係る傾斜角センサの構成を示す断面図である。

【図14】

本発明の第5実施形態に係る傾斜角センサの製造工程を示す断面図である。

【図15】

本発明の第5実施形態に係る傾斜角センサの製造工程を示す断面図である。

【図16】

図16(a)は、本発明の第5実施形態に係るガラスウェハの構成を示す平面図、図16(b)は、本発明の第5実施形態に係るガラスウェハの構成を示す断面図である。

【図17】

図17(a)は、本発明の第5実施形態に係る錐ウェハの構成を示す断面図、図17(b)は、本発明の第5実施形態に係る錐ウェハの構成を示す平面図である。

【図18】

本発明の第5実施形態に係る傾斜角センサの製造工程を示す断面図である。

【図19】

図19(a)は、本発明の第6実施形態に係る傾斜角センサの概略構成を示す斜視図、図19(b)は、本発明の第6実施形態に係る傾斜角センサのシリコン基板表面の構成を示す平面図である。

【図20】

本発明の第6実施形態に係る傾斜角センサの動作を示す斜視図である。

【図21】

図19(b)のピエゾ抵抗R11、R12の結線構成を示す回路図である。

【図22】

図22(a)は、本発明の第6実施形態に係る傾斜角センサの動作を示す斜視図、図22(b)および図22(c)は、本発明の第6実施形態に係る傾斜角センサの動作を示す断面図である。

【図23】

図19（b）のピエゾ抵抗R23～R26の結線構成を示す回路図である。

【図24】

図24（a）は、本発明の第7実施形態に係る傾斜角センサの概略構成を示す断面図、図24（b）は、本発明の第7実施形態に係る傾斜角センサのシリコン基板表面の構成を示す平面図である。

【図25】

図24（b）のピエゾ抵抗R21、R22、R27、R28の結線構成を示す回路図である。

【図26】

図24（b）のピエゾ抵抗R23～R26の結線構成を示す回路図である。

【図27】

図27（a）は、従来の傾斜角センサの概略構成を示す斜視図、図27（b）は、従来の傾斜角センサの概略構成を示す断面図、図27（c）は、従来の傾斜角センサのピエゾ抵抗の部分を拡大して示す断面図である。

【図28】

図28（a）は、従来の傾斜角センサのX、Y方向への加速時における各ピエゾ抵抗の増減を示す図、図28（b）は、従来の傾斜角センサのZ方向への加速時における各ピエゾ抵抗の増減を示す図である。

【符号の説明】

1、11'、51'、91、111'、151、161 シリコン基板

2、21'、61'、95、121'、152、162 支持部材

2a、95a 凹部

3、31'、33、72、97、131'、154、164 錐部材

3a、31a、61a、131a、152a、162a 凸部

R1～R4、R11～R16、R21～R28、12、52、92、112

ピエゾ抵抗

11、51、111 シリコンウェハ

13、53、93、113 回路パターン

14、54、94、114 保護膜

15、55、115 保護フィルム

21、61、121 ガラスウェハ

21a、61a、121a、121b 溝

22、62、100、122a、122b 埋め込み部材

31、131 錐ウェハ

31b 開口部

D1~D8、D11~D17、D21~D28、D31~D34 ダイシング  
ライン

H1~H4 ハーフダイシングライン

41、81、98、141 リードフレーム

42a、42b、82、99、142 ワイヤ

32、71、96、153、163 台座

131' 錐バー

L1~L3 配線

P1~P9、P11~P22 端子

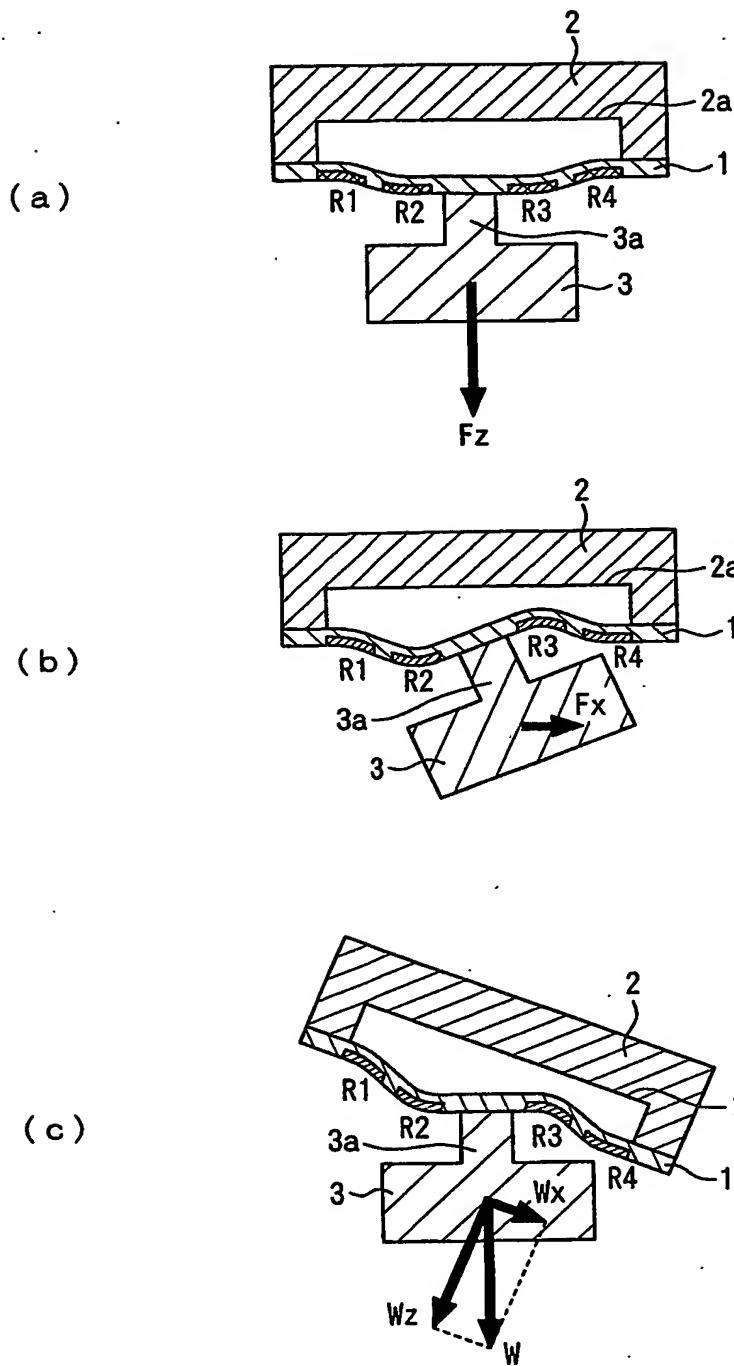
J1、J11、J12 支持部材接合領域

J2、J13 台座接合領域

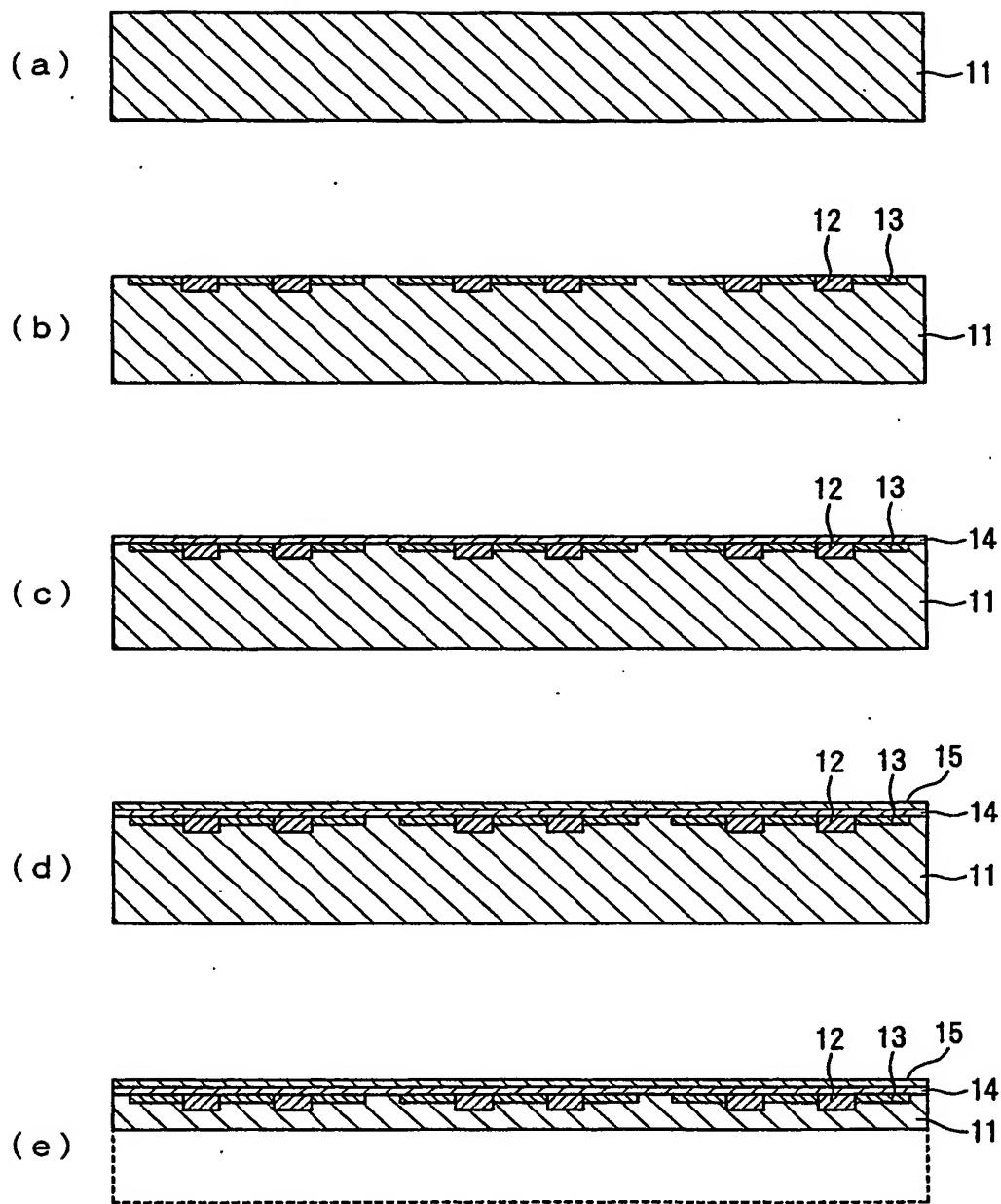
【書類名】

図面

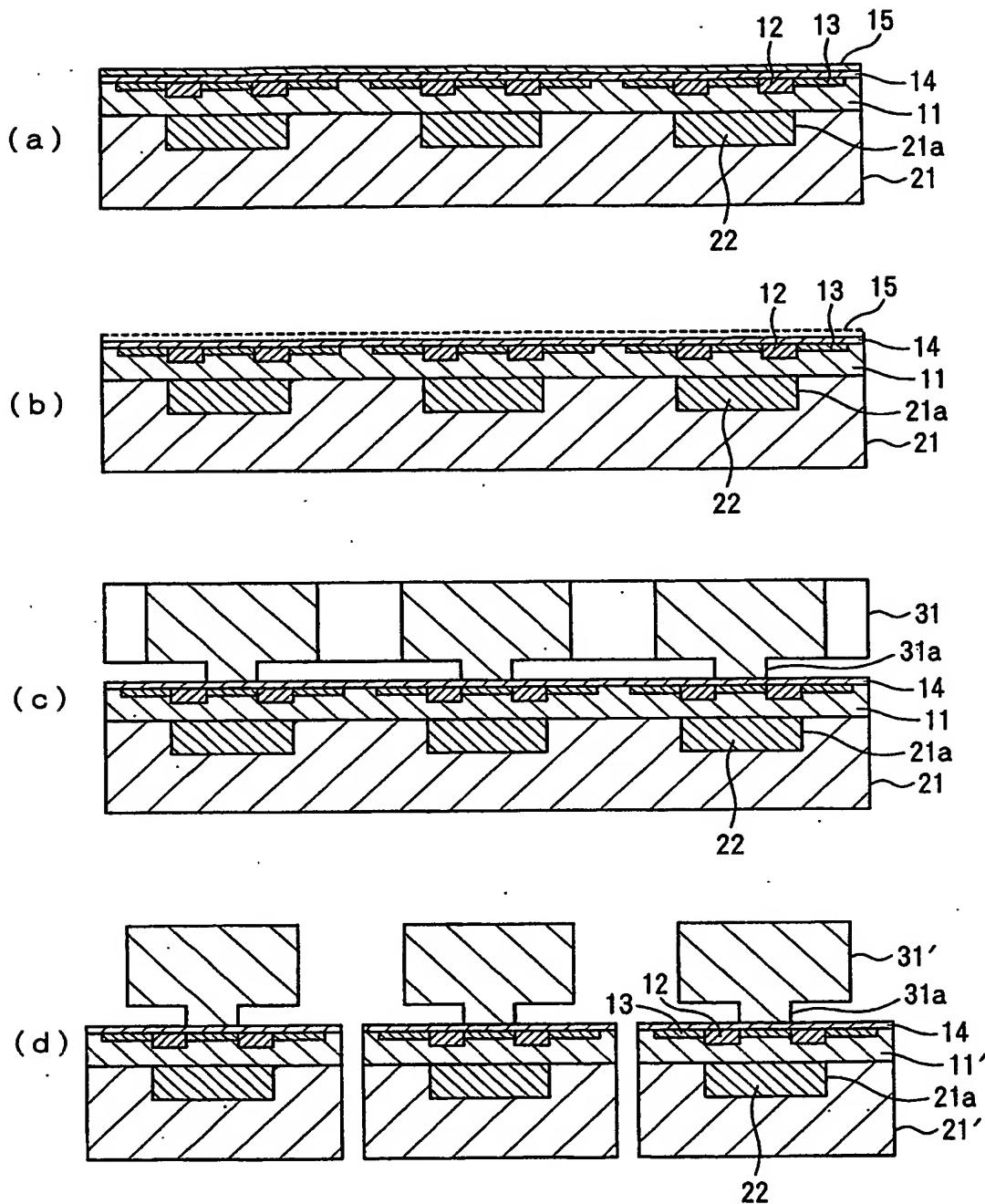
【図1】



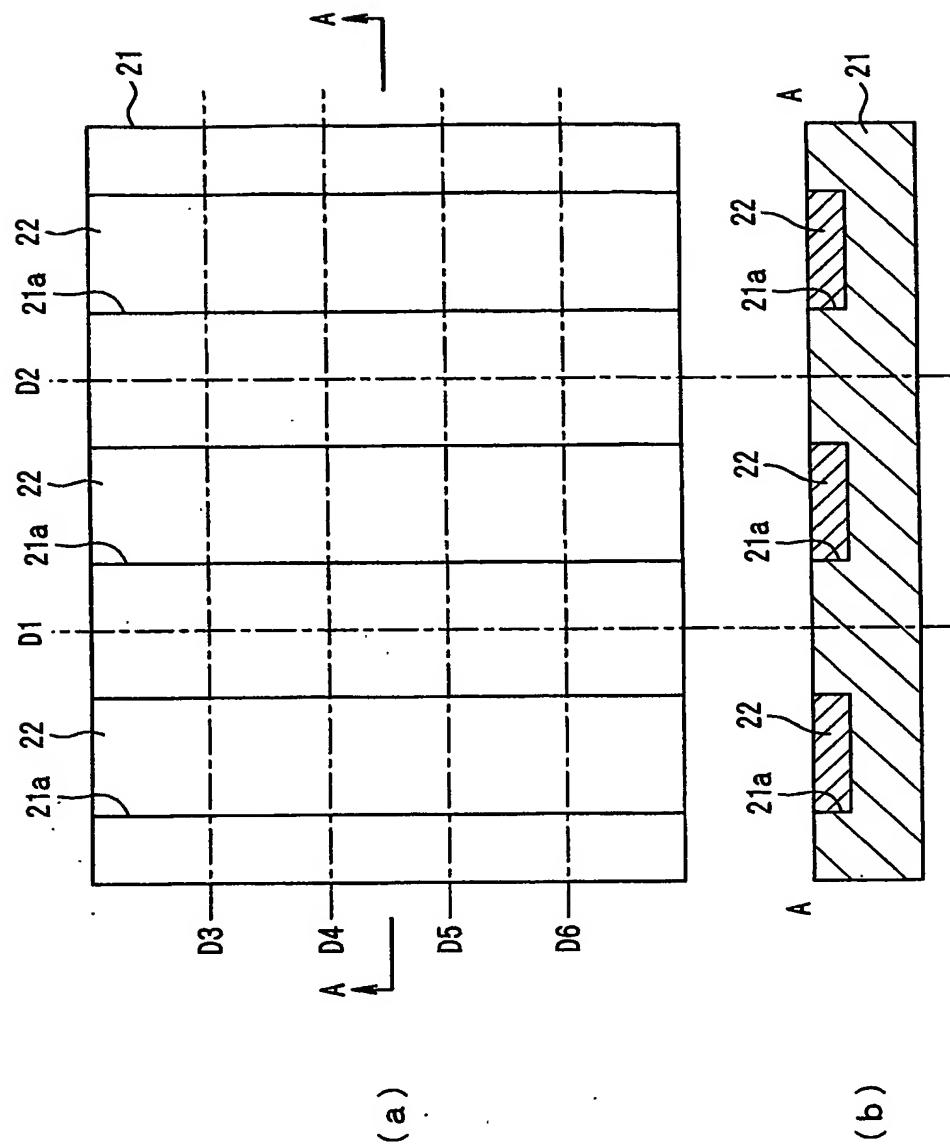
【図2】



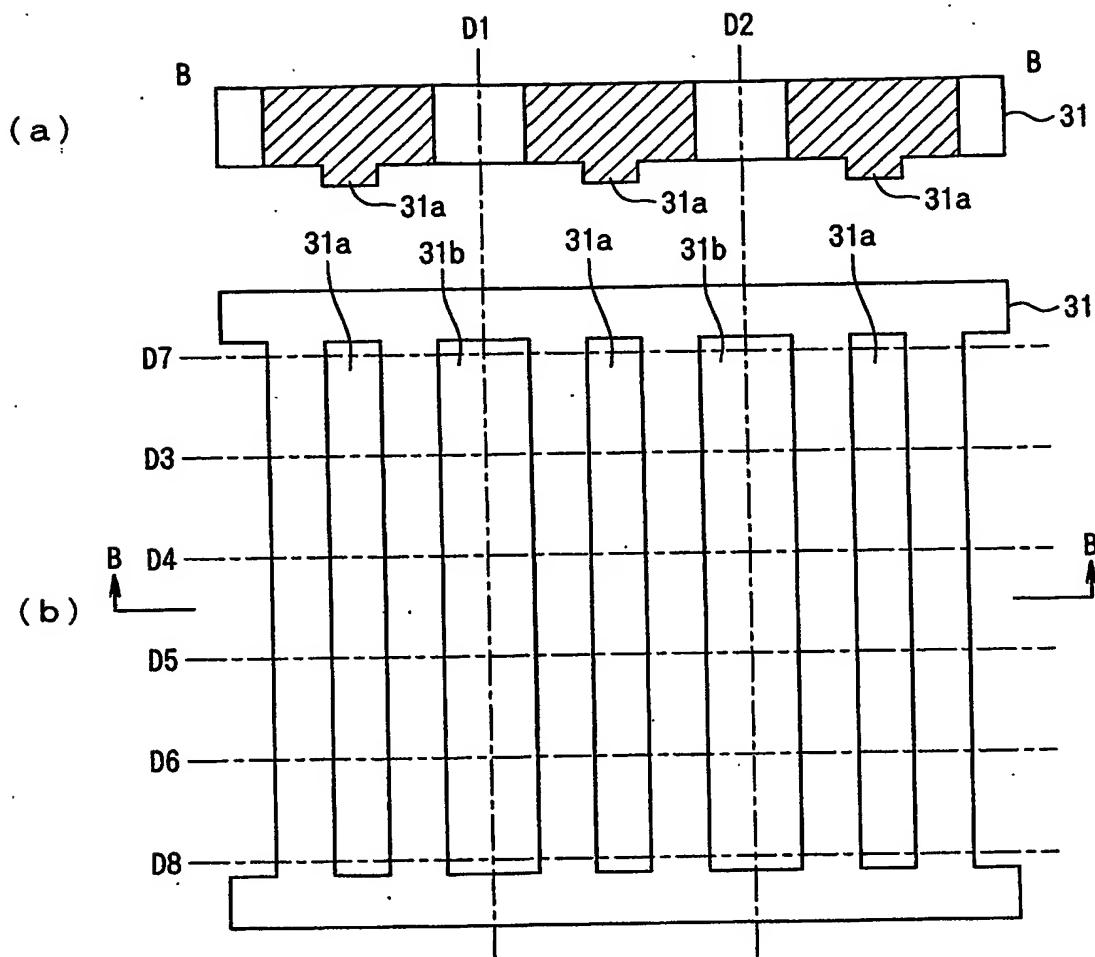
【図3】



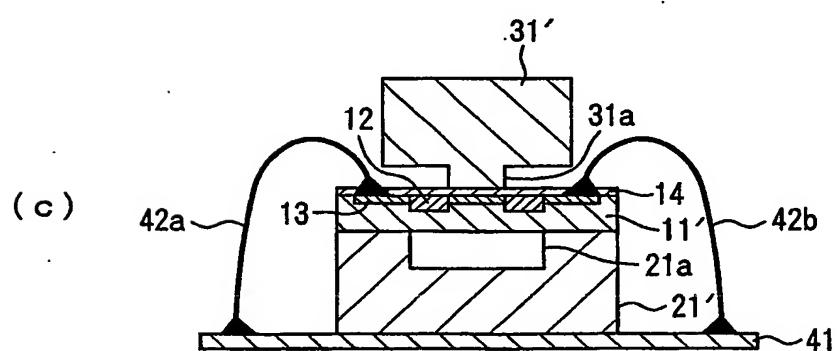
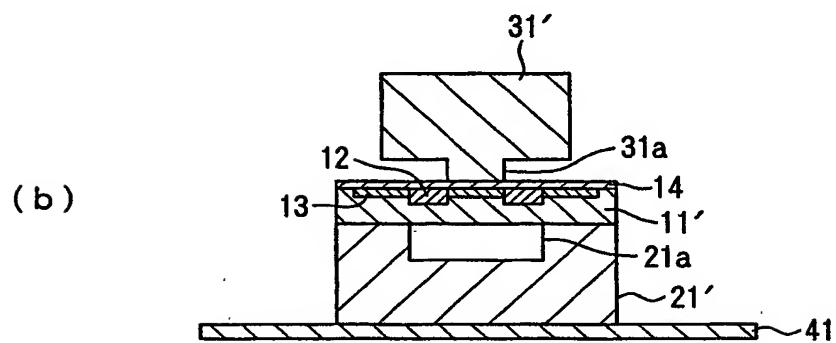
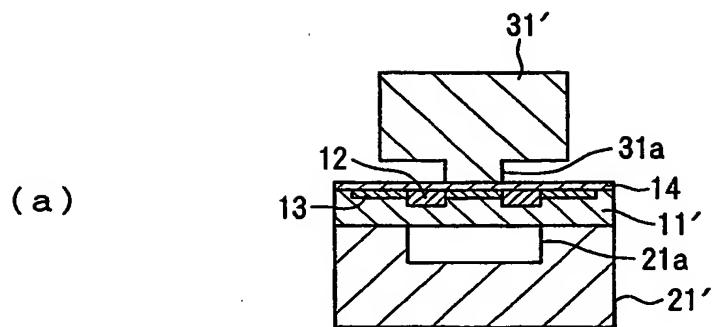
【図4】



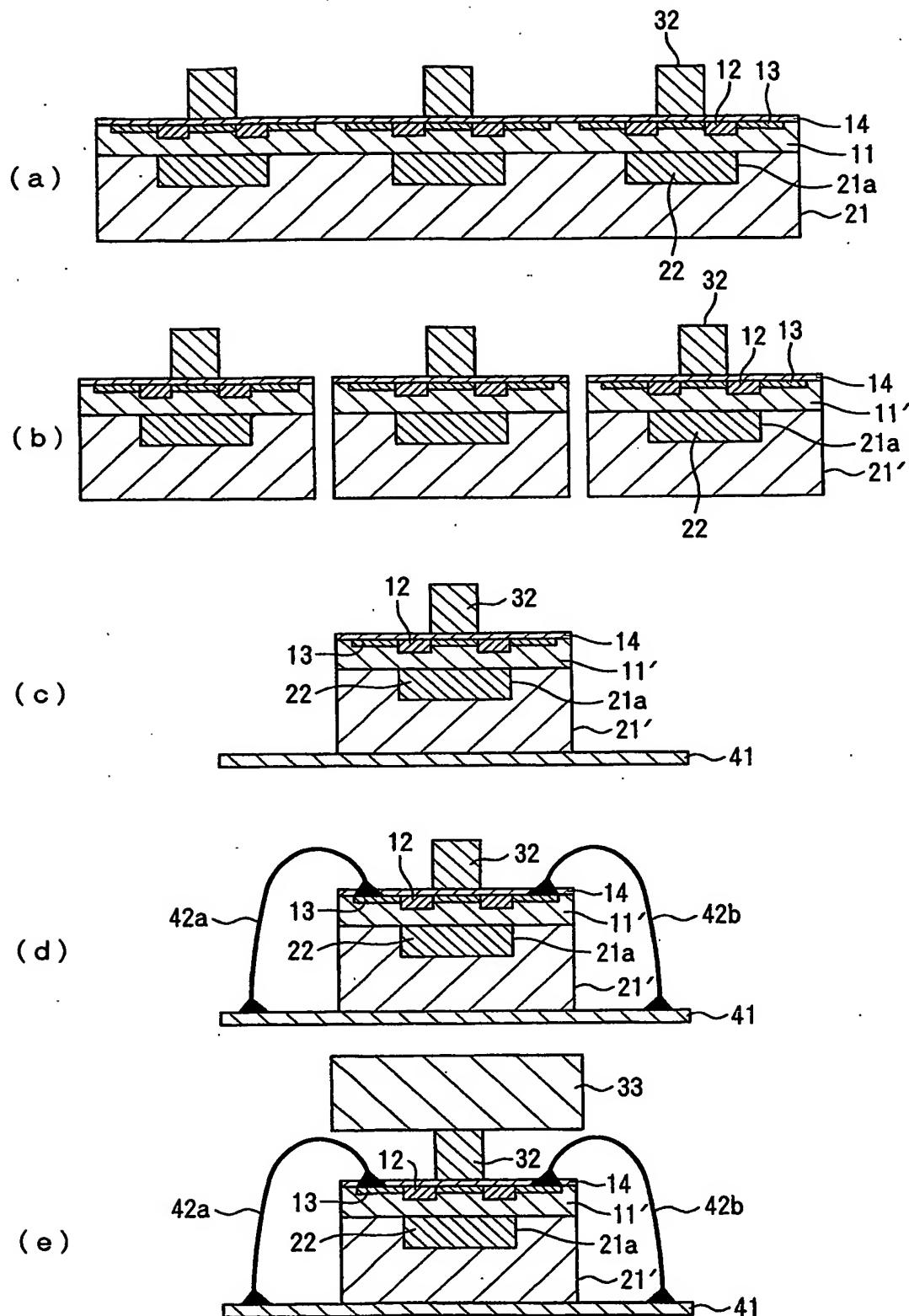
【図5】



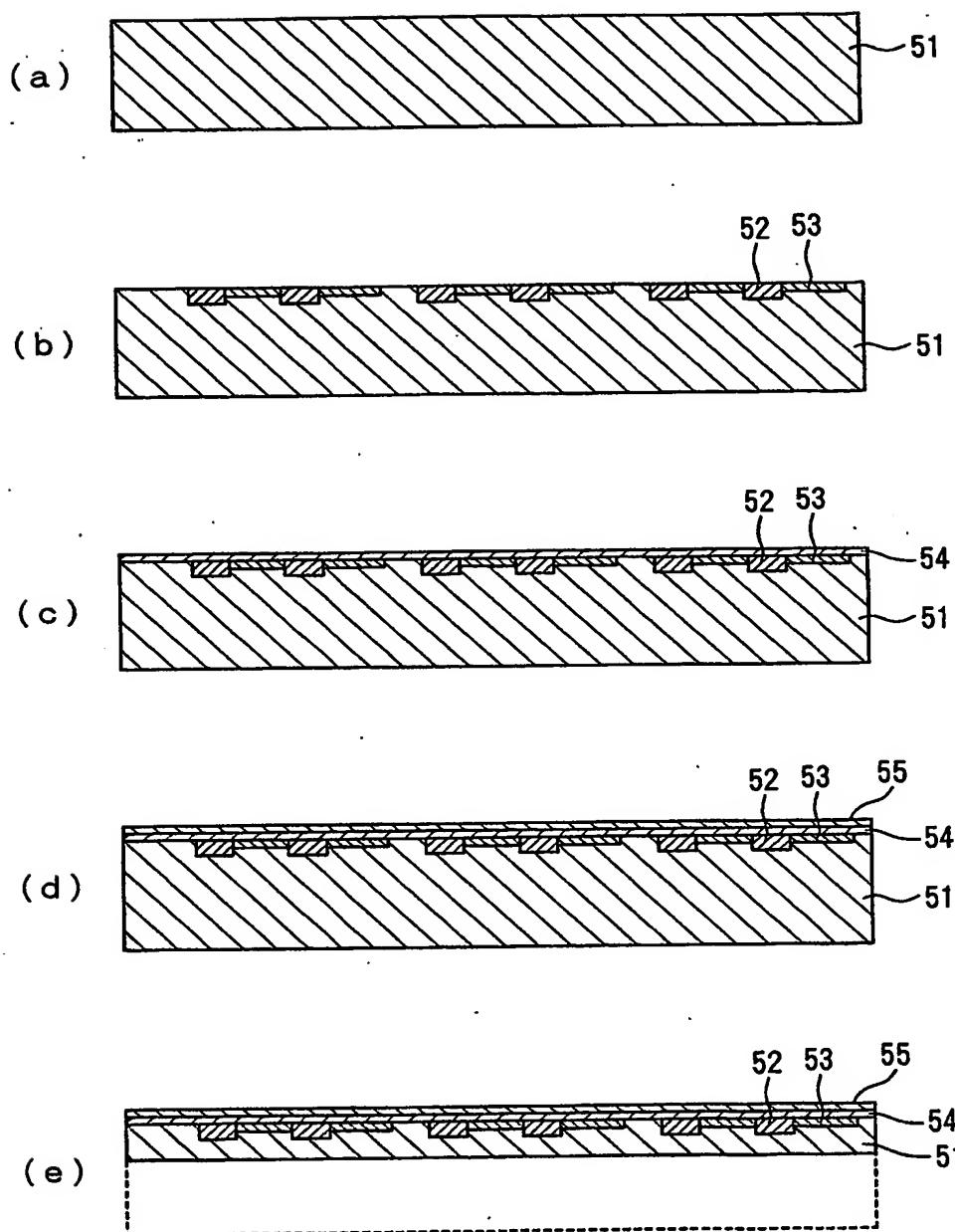
【図6】



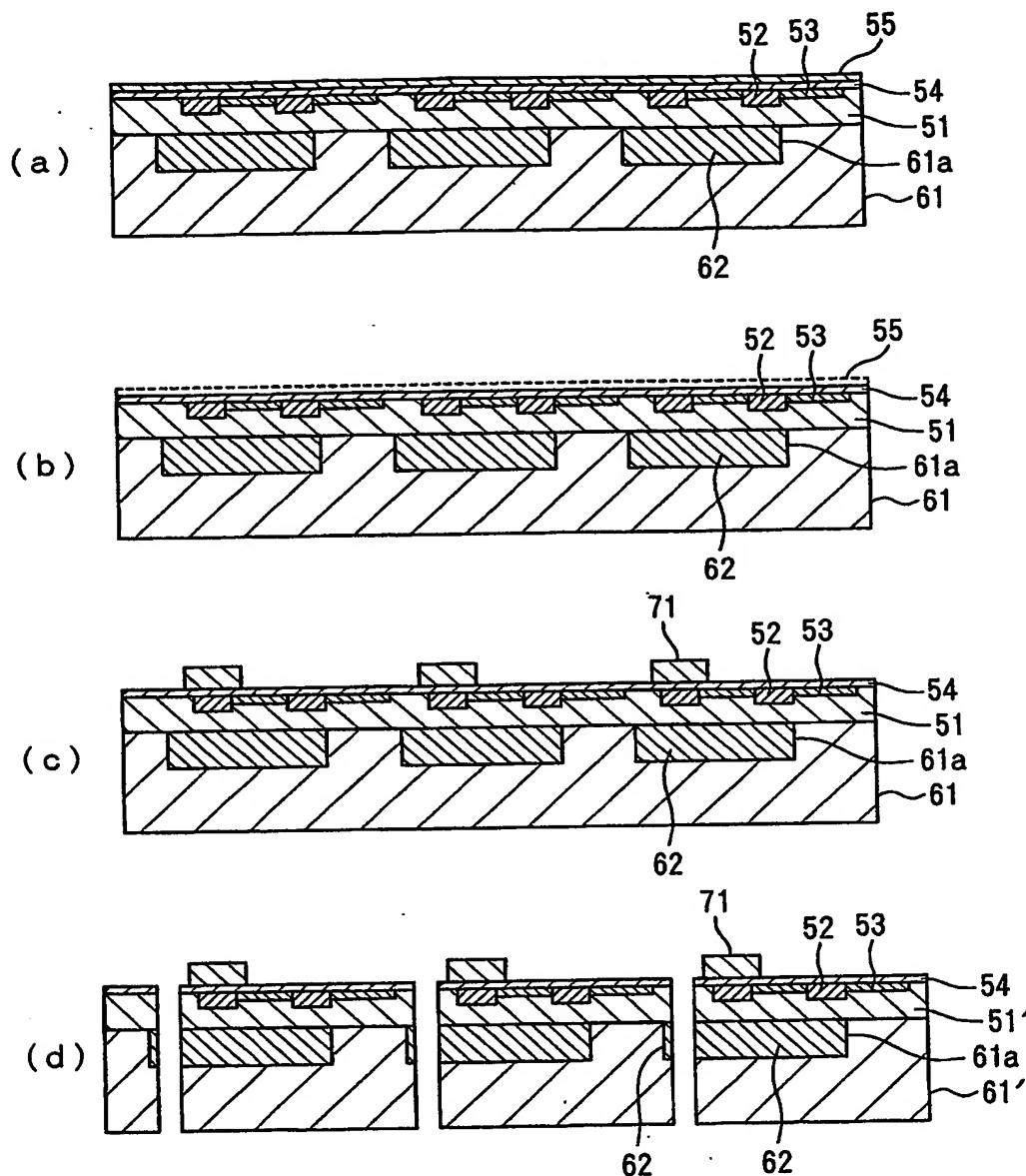
【図7】



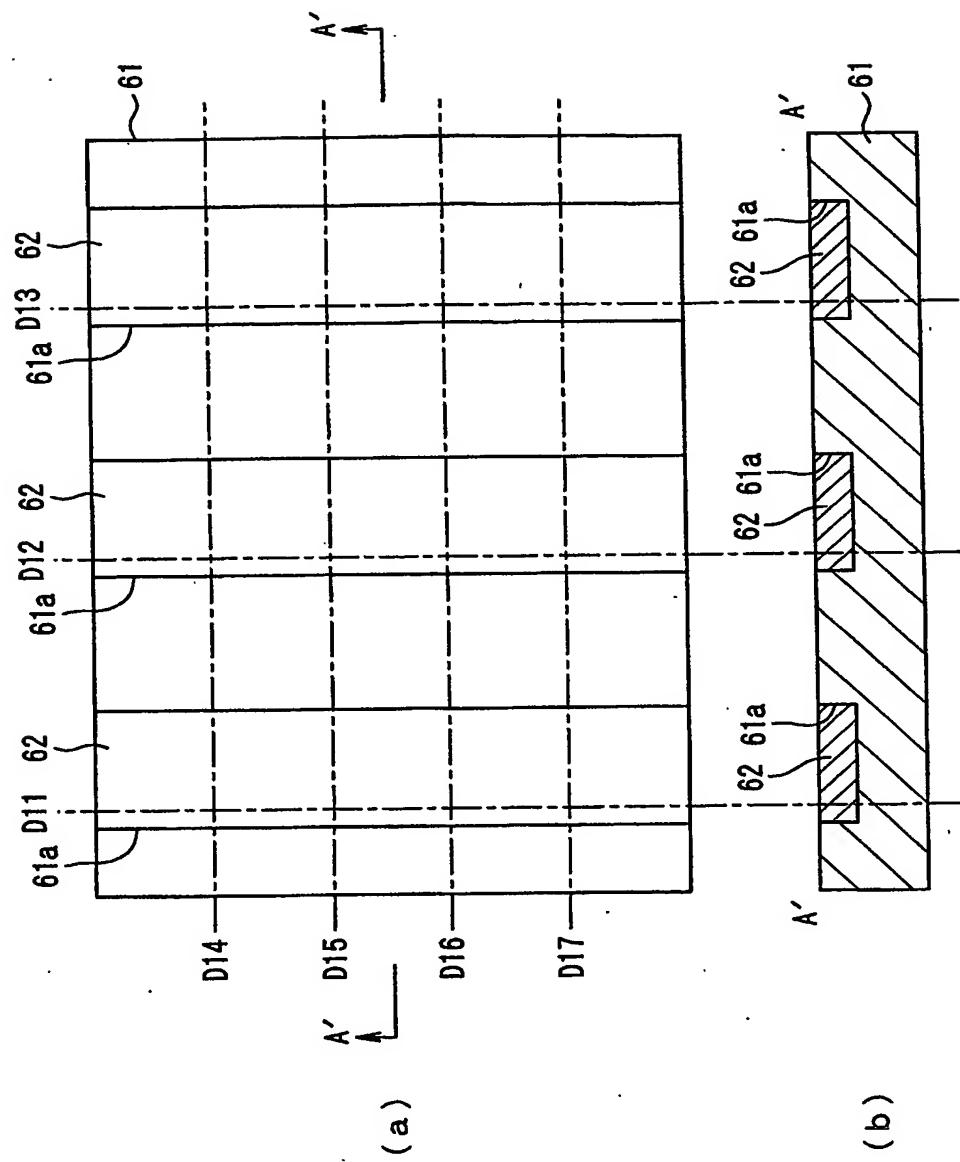
【図8】



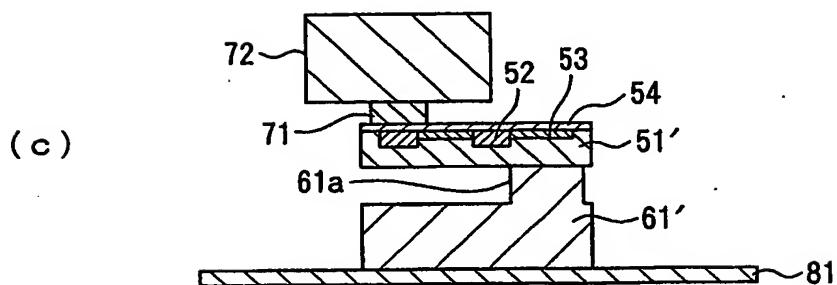
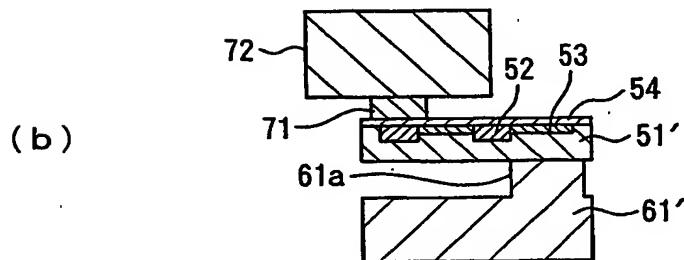
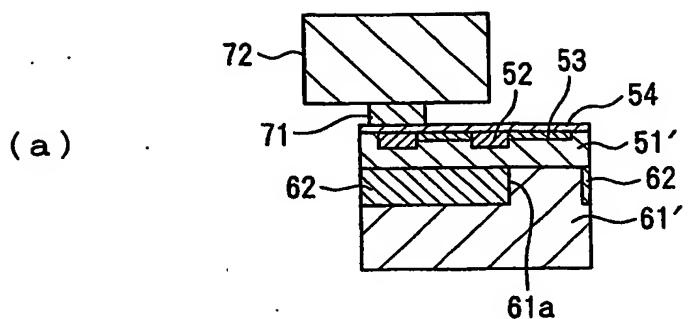
【図9】



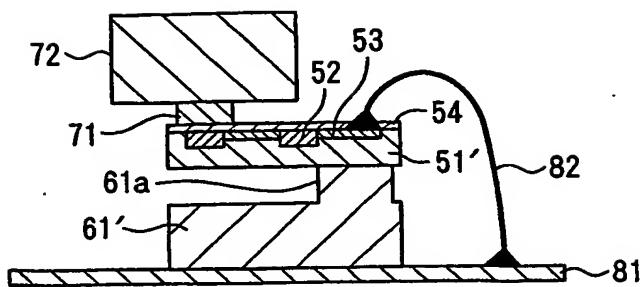
【図10】



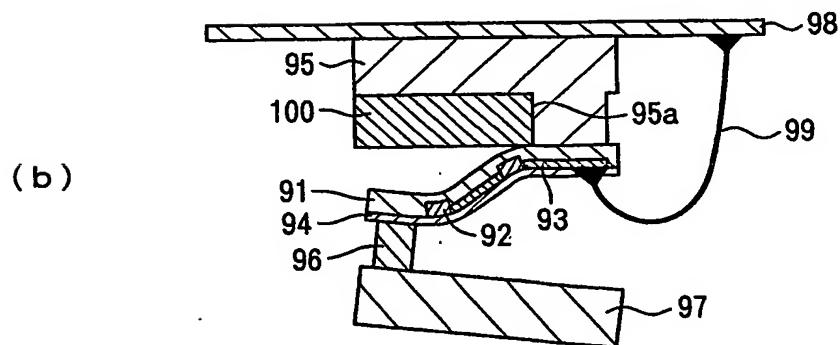
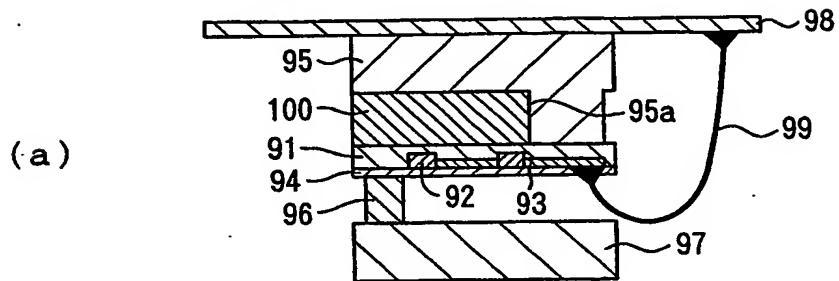
【図11】



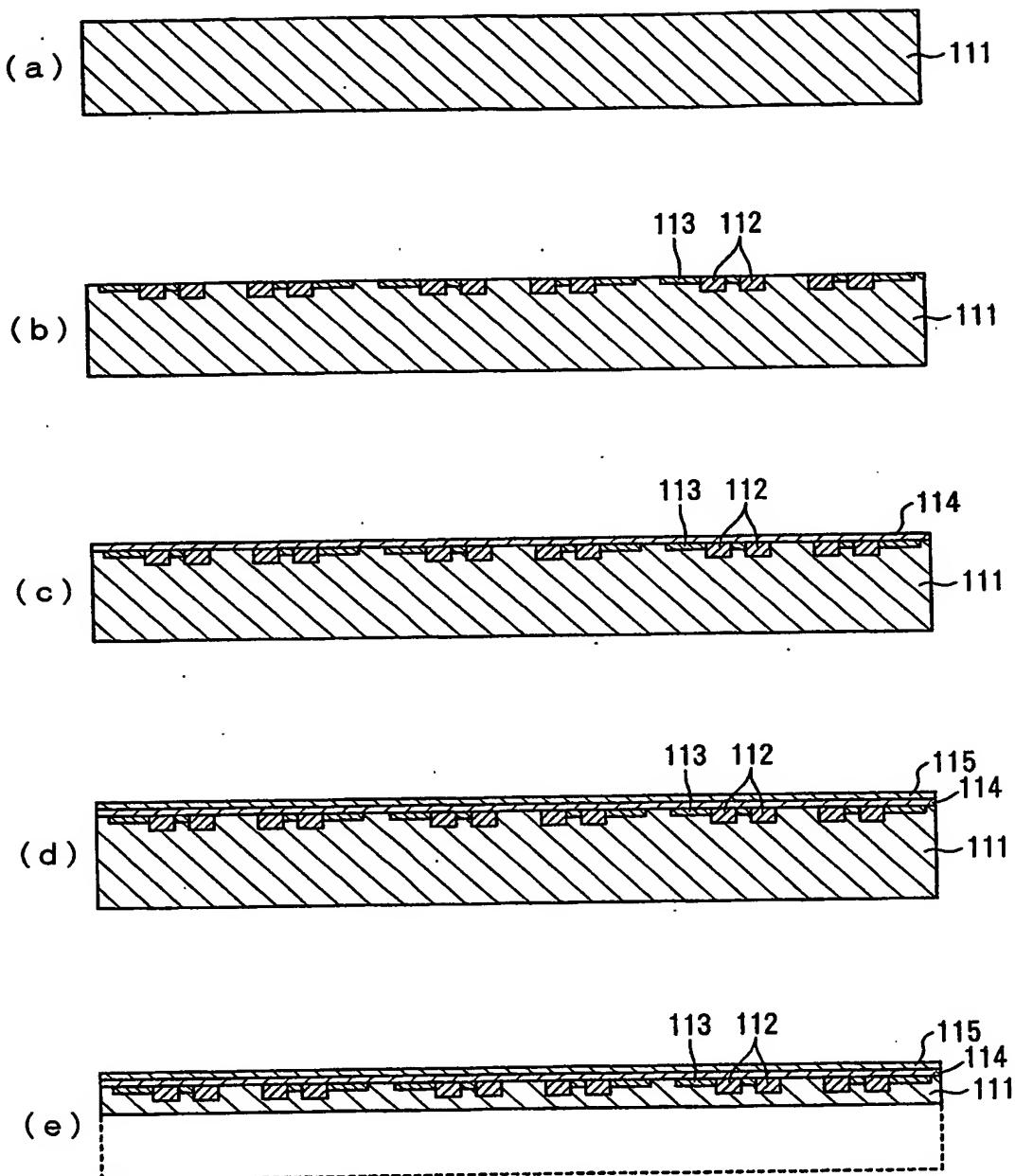
【図12】



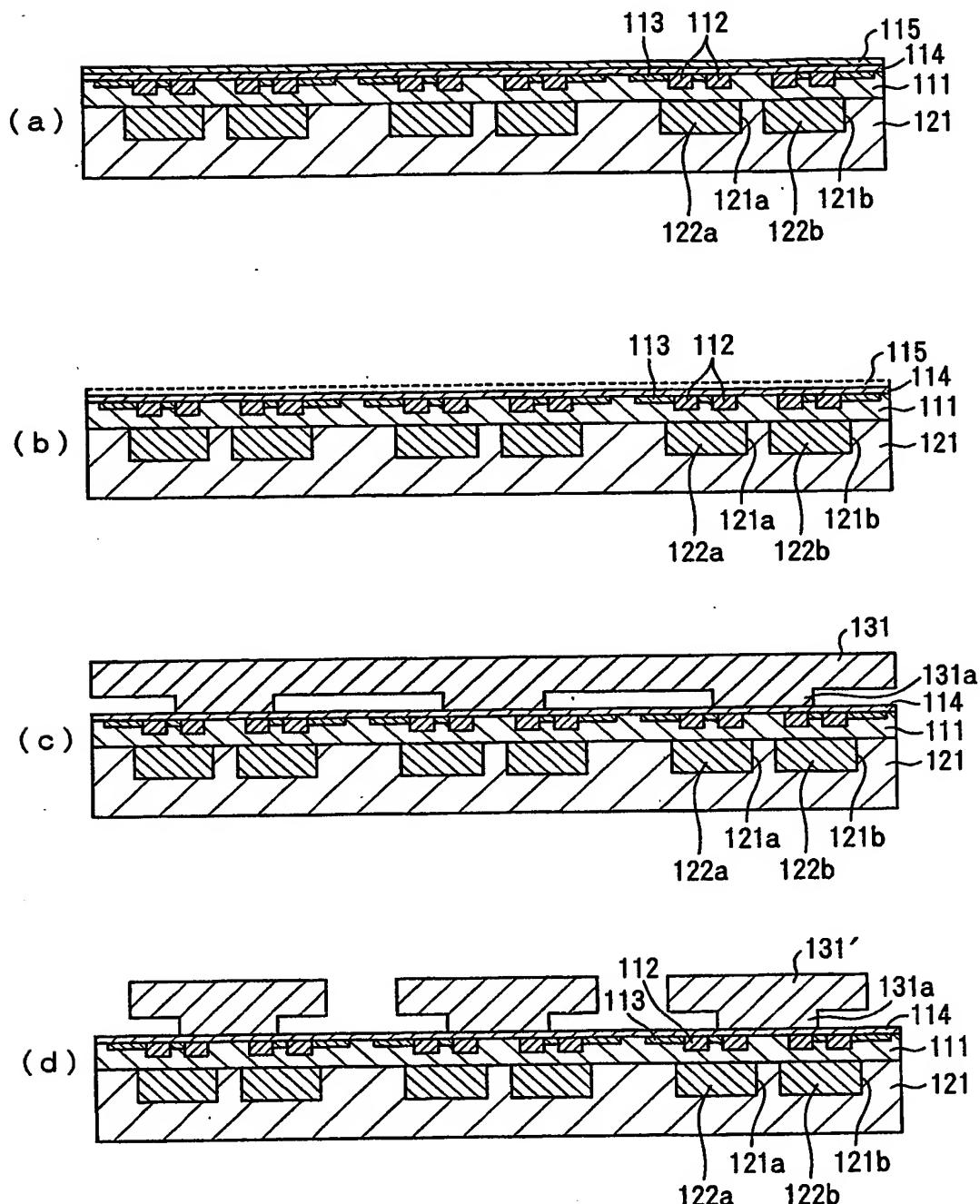
【図13】



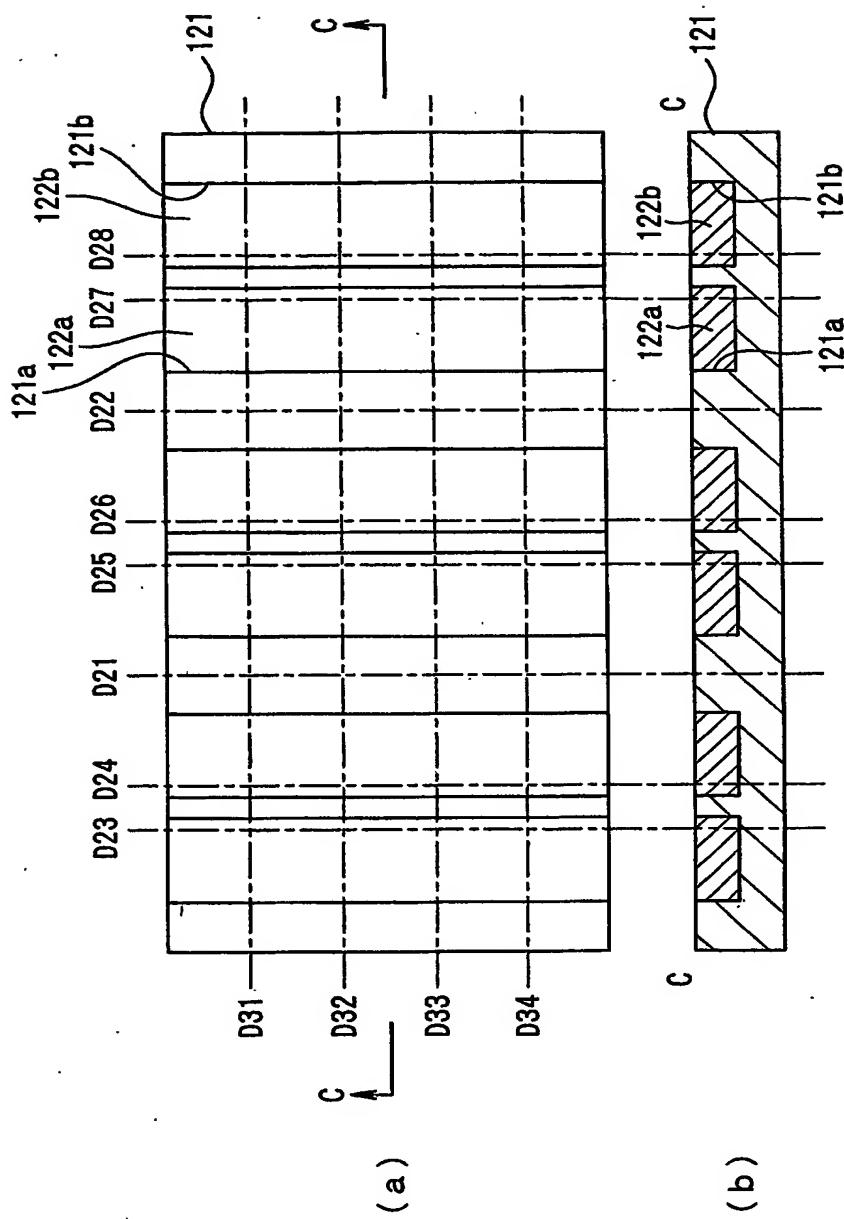
【図14】



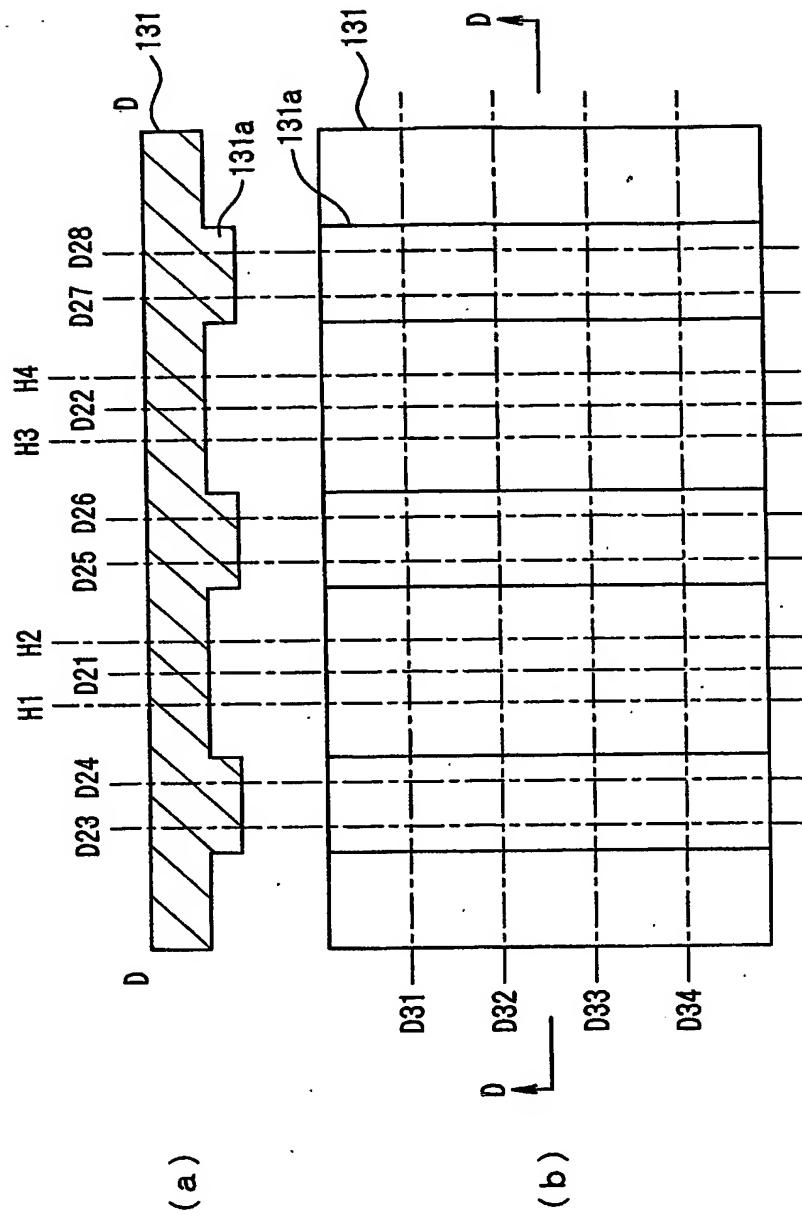
【図15】



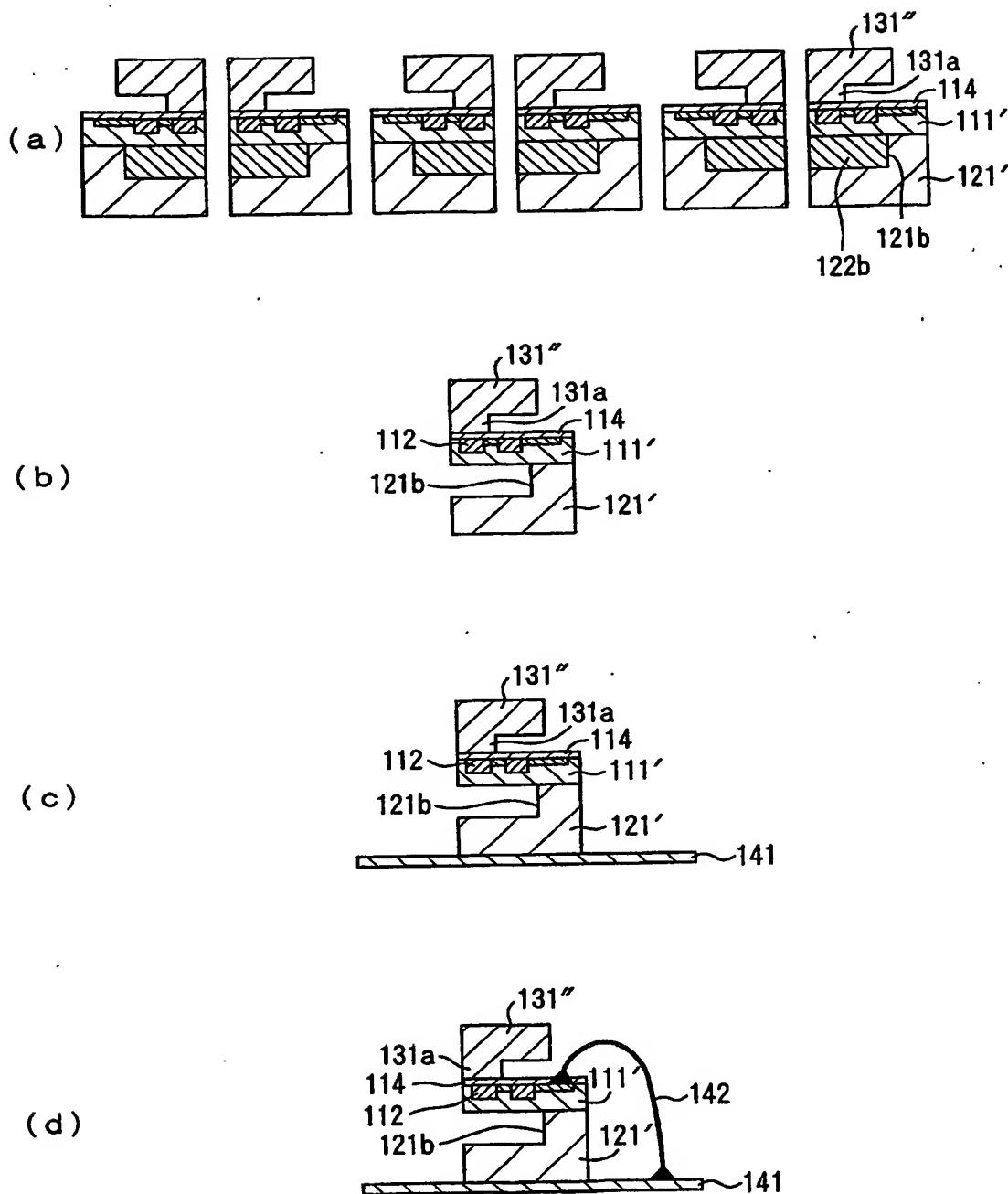
【図16】



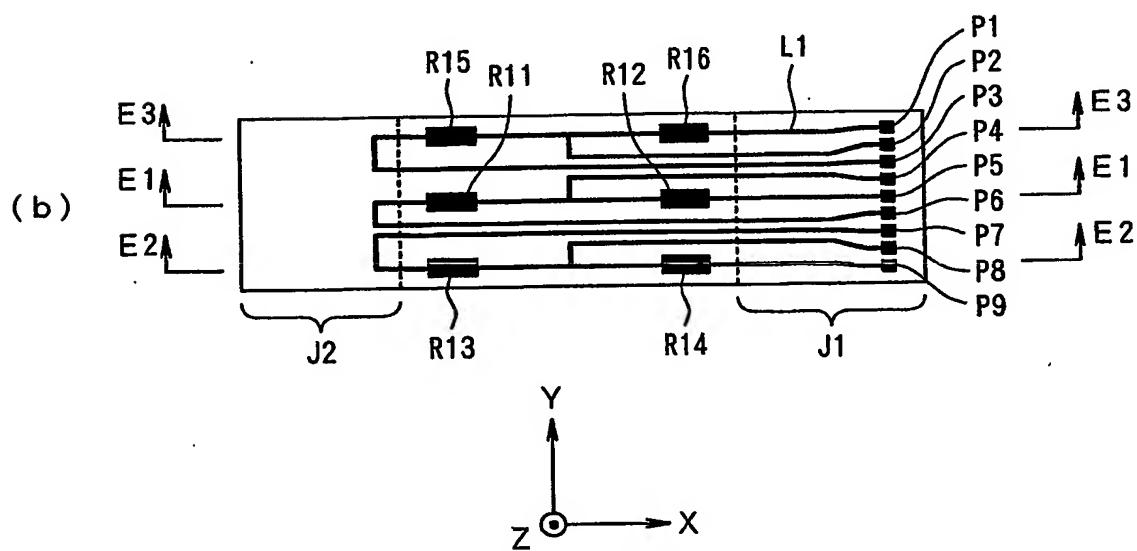
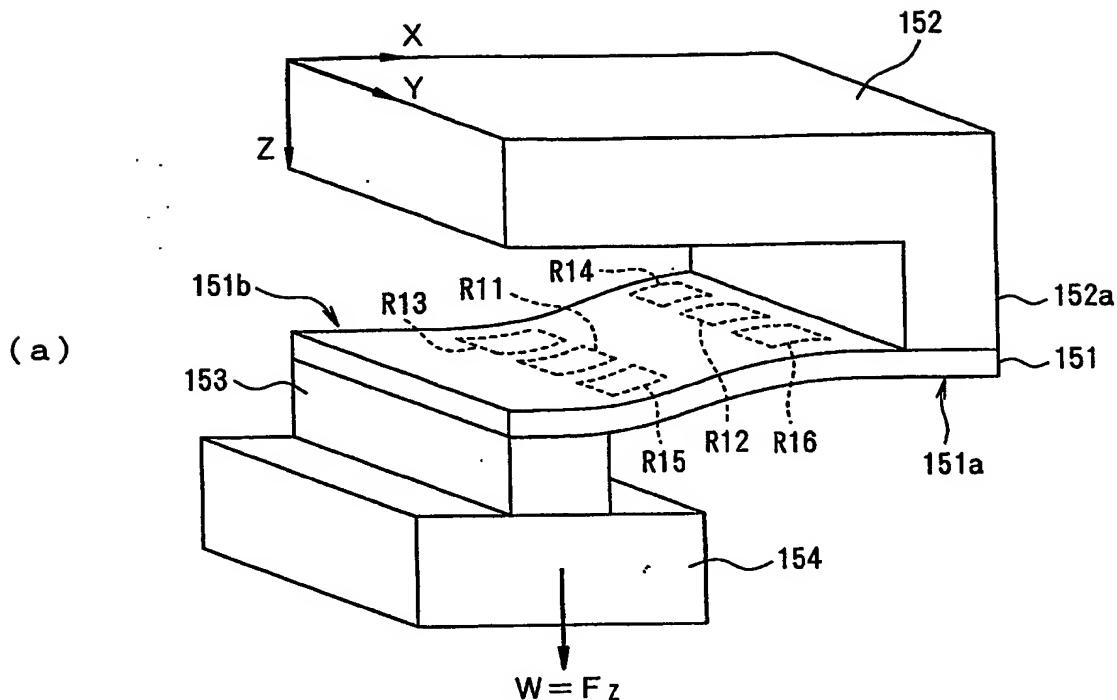
【図17】



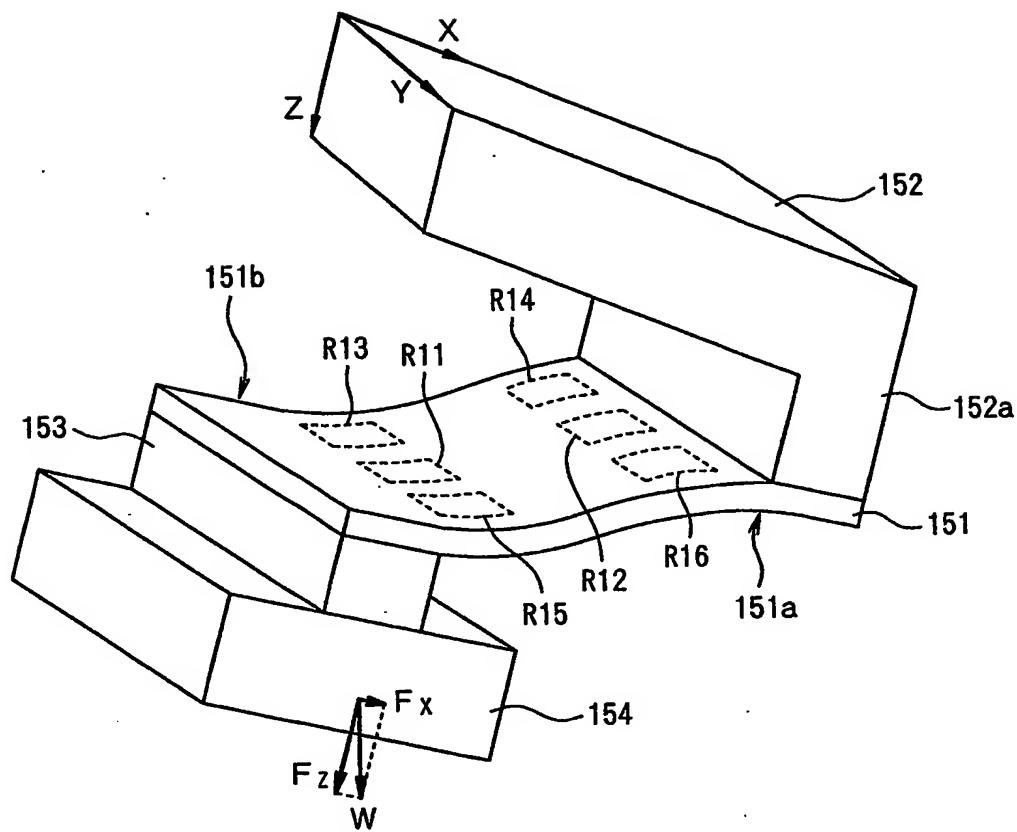
【図18】



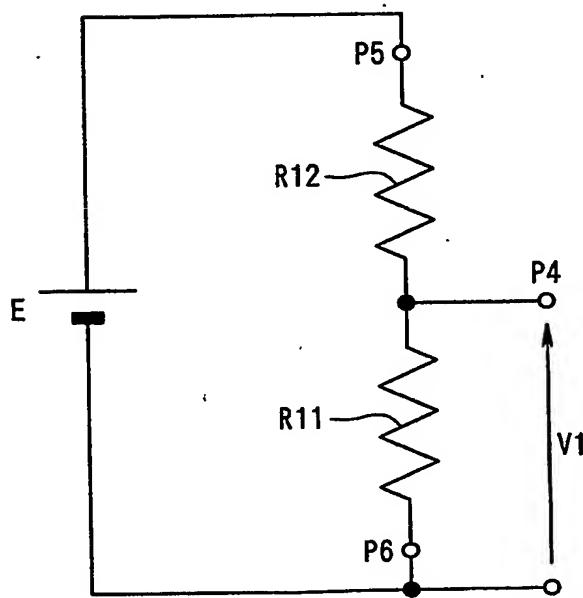
【図19】



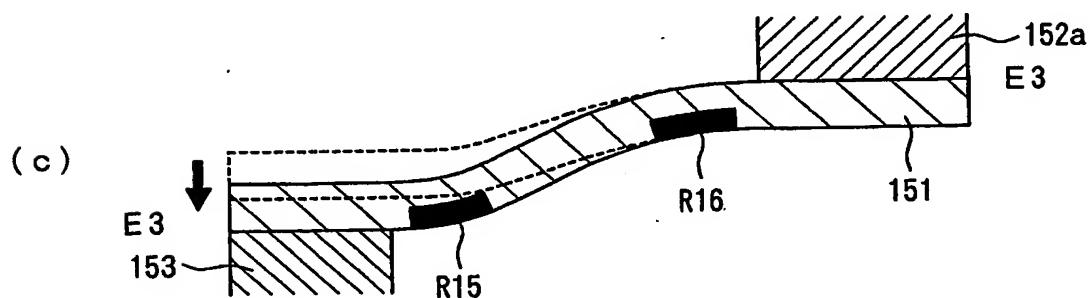
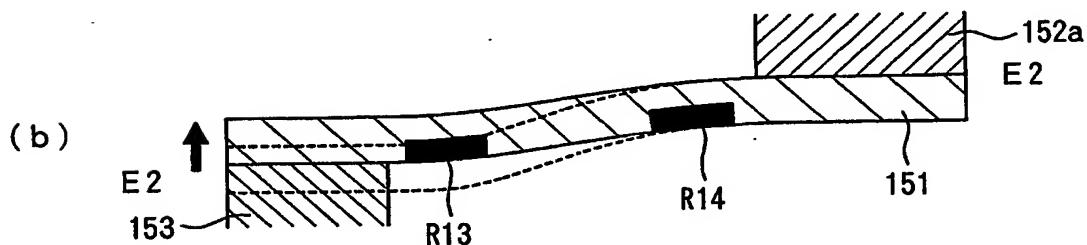
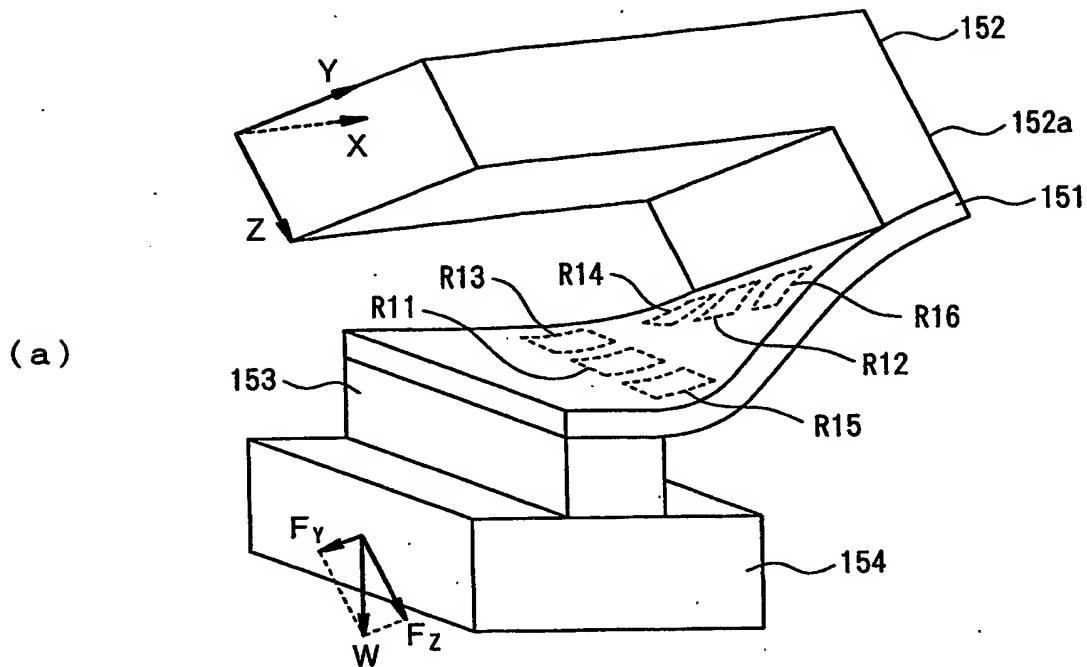
【図20】



【図21】

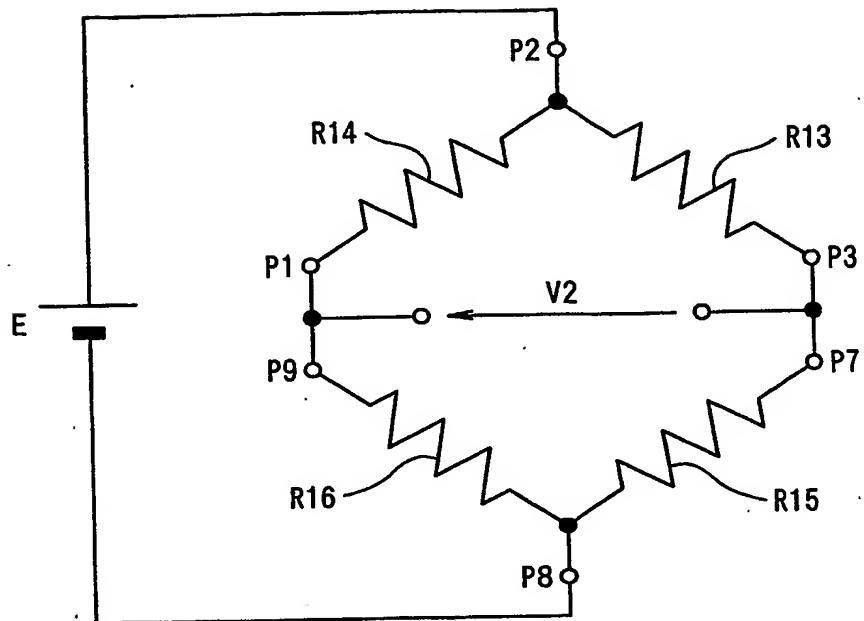


【図22】

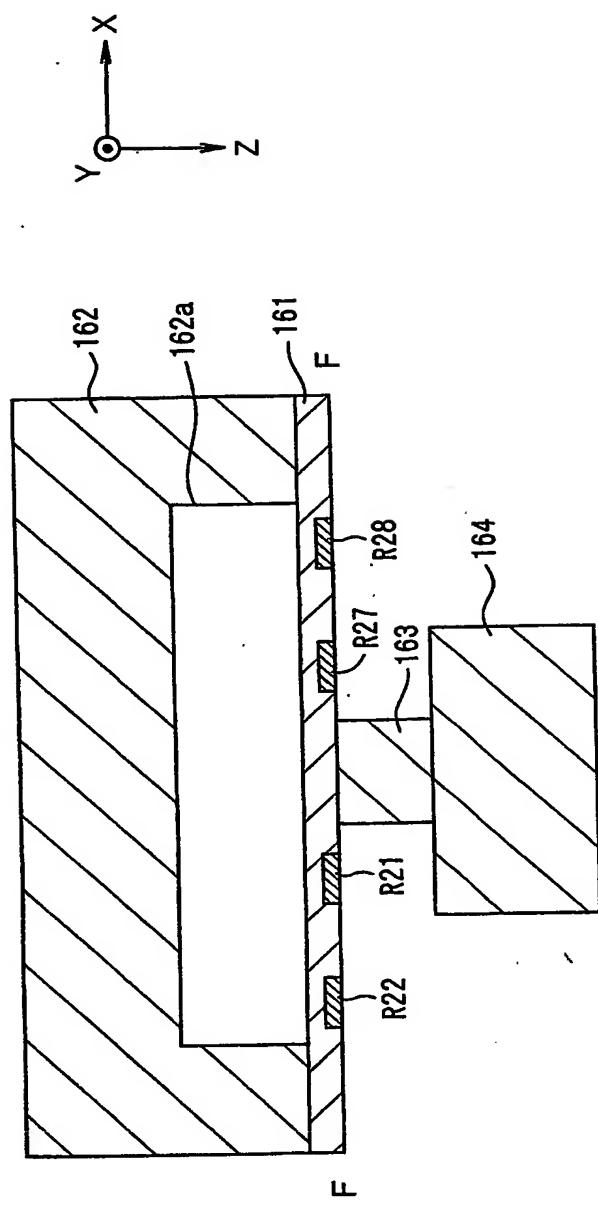


特2002-099855

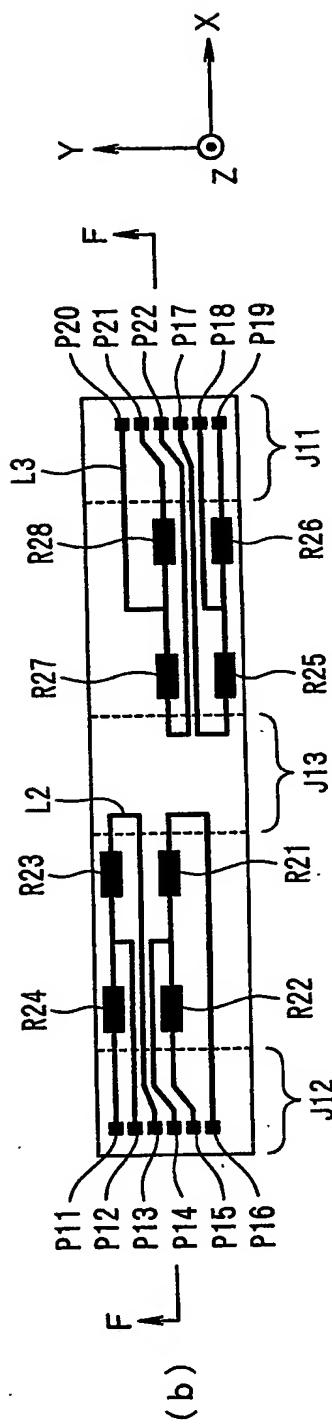
【図23】



【図24】



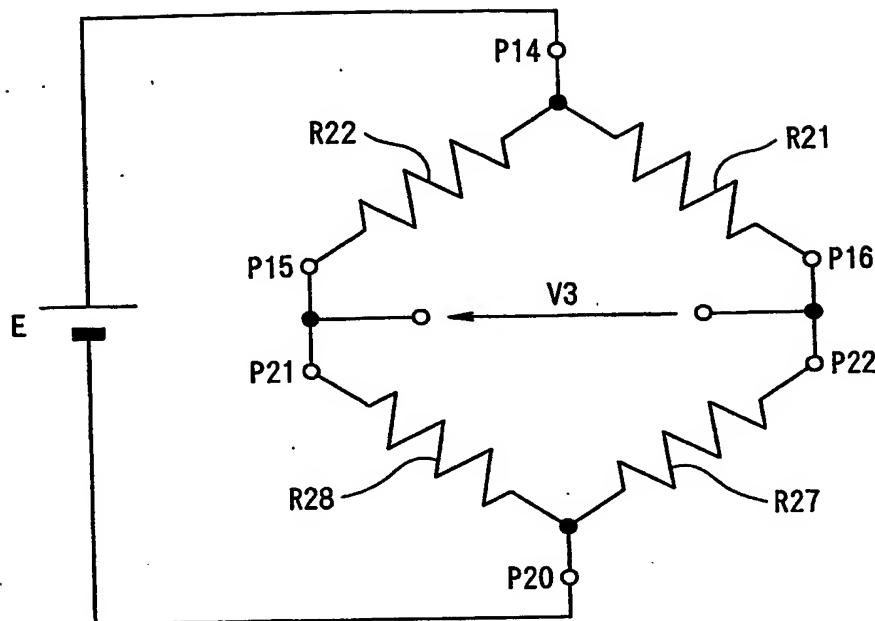
(a)



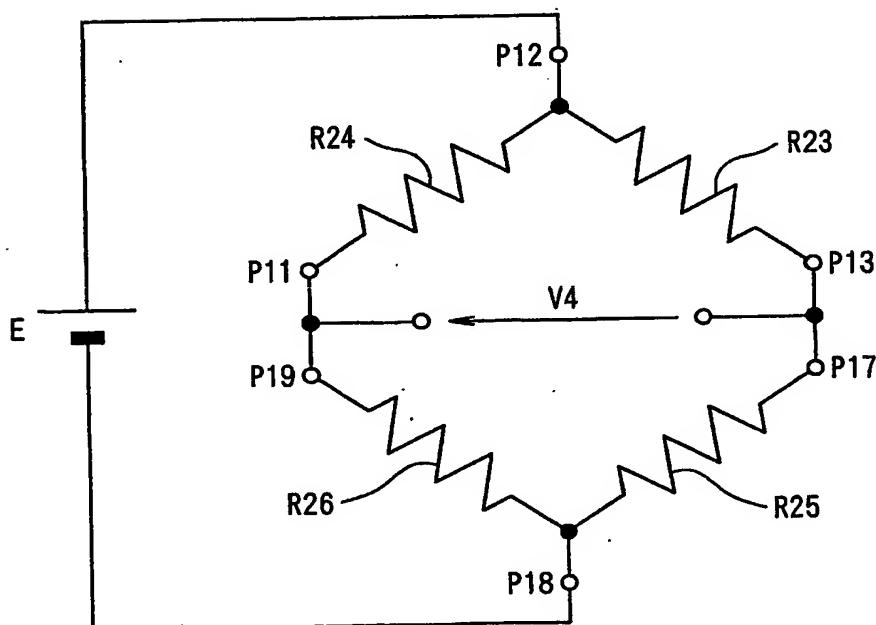
(b)

特2002-099855

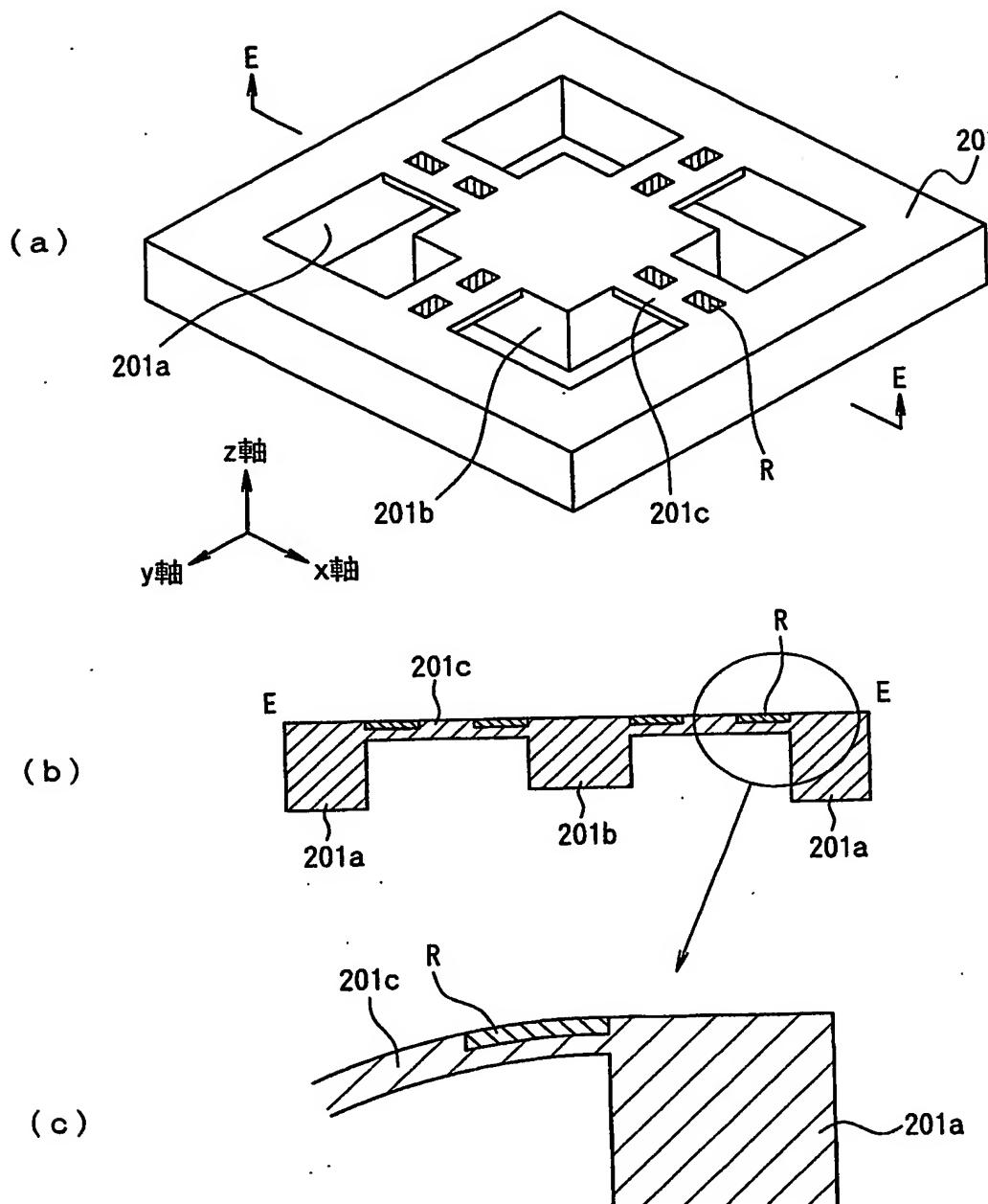
【図25】



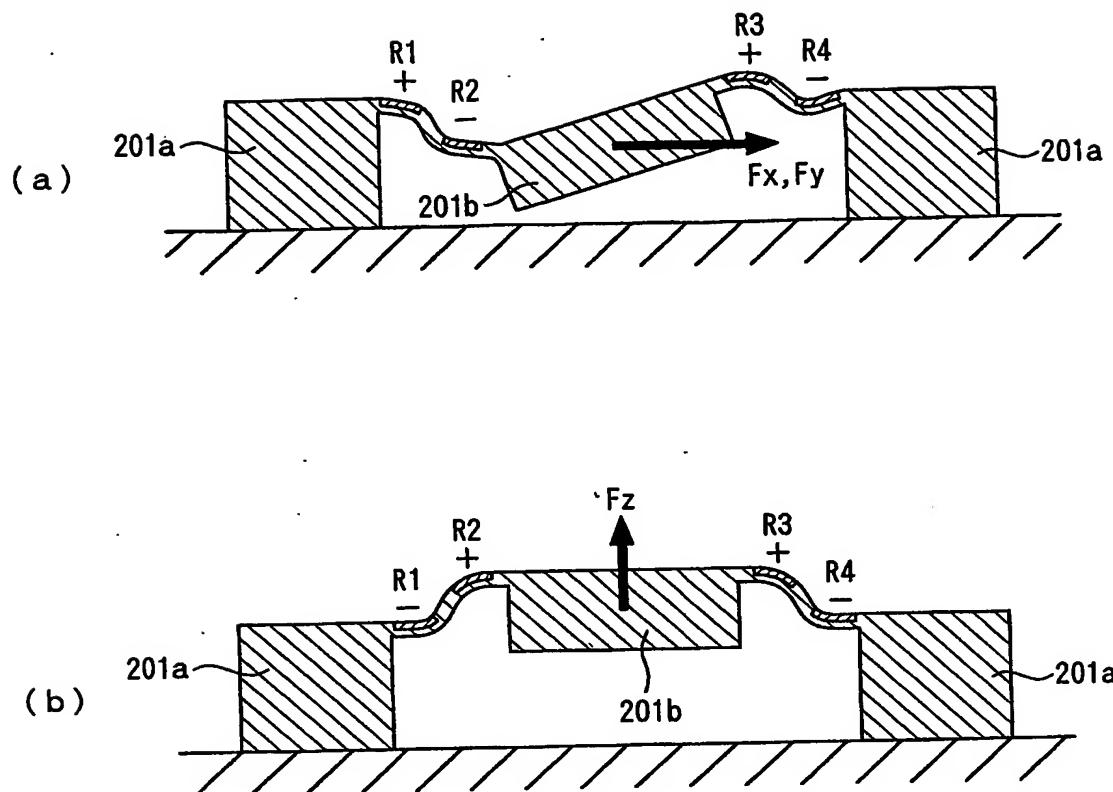
【図26】



【図27】



【図28】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ピエゾ抵抗が形成された基板を選択的にエッティングすることなく、ピエゾ効果を利用して傾斜角を測定することが可能な傾斜角センサを提供する。

【解決手段】 ピエゾ抵抗R1～R4が形成されたシリコン基板1の裏面を、撓み可能な厚みまで均一に研削し、支持部材2によりシリコン基板1の両端を支持するとともに、シリコン基板1の中央に凸部3aを介して錐部材3を設ける。

【選択図】 図1

## 認定・付加情報

特許出願の番号	特願2002-099855
受付番号	50200473690
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成14年 4月 5日

## &lt;認定情報・付加情報&gt;

## 【特許出願人】

【識別番号】 000000033

【住所又は居所】 大阪府大阪市北区堂島浜1丁目2番6号

【氏名又は名称】 旭化成株式会社

## 【代理人】

【識別番号】 100066980

【住所又は居所】 東京都千代田区岩本町2丁目3番3号 友泉岩本  
町ビル8階 日栄国際特許事務所

【氏名又は名称】 森 哲也

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100075579

【住所又は居所】 東京都千代田区岩本町2丁目3番3号 友泉岩本  
町ビル8階 日栄国際特許事務所

【氏名又は名称】 内藤 嘉昭

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100103850

【住所又は居所】 東京都千代田区岩本町2丁目3番3号 友泉岩本  
町ビル8階 日栄国際特許事務所

【氏名又は名称】 崔 秀▲てつ▼

次頁無

出願人履歴情報

識別番号 [00000033]

1. 変更年月日 2001年 1月 4日

[変更理由] 名称変更

住 所 大阪府大阪市北区堂島浜1丁目2番6号  
氏 名 旭化成株式会社